



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
81-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ



**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ,  
ТЕХНИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ»**

**Том 1**

Магнитогорск, 2023



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ, ТЕХНИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

**Тезисы докладов 81-й международной  
научно-технической конференции**

Том 1

Магнитогорск  
2023

Редколлегия:

Главный редактор  
Ответственный редактор

проф., д-р техн. наук О.Н. Тулупов  
канд. техн. наук С.В. Пыхтунова

доц., д-р техн. наук С.М. Андреев  
доц., канд. ист. наук А.Г. Иванов  
доц., канд. филос. наук Е.В. Карпова  
доц., канд. техн. наук Ю.Н. Кондрашова  
доц., канд. филол. наук С.А. Анохина

доц., канд. техн. наук М.В. Андросенко  
доц., канд. техн. наук П.Н. Мишкурлов  
канд. пед. наук Е.А. Москвина  
канд. экон. наук А.В. Дерябин  
вед. специалист центра ЦОТ и ИО  
О.В. Батраева

*Тезисы докладов входят в базу данных  
Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)*

**Актуальные проблемы современной науки, техники и образования:** тезисы докладов 81-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2023. Т.1. 520 с.

ISBN 978-5-9967-2799-5

ISBN 978-5-9967-2799-5

© Магнитогорский государственный  
технический университет  
им. Г.И. Носова, 2023

## **Секция «Совершенствование открытой и подземной геотехнологии»**

УДК 622

**Пыталев И.А.**, д-р техн. наук, профессор,

**Гавришев С.Е.**, д-р техн. наук, профессор,

**Кашапова Е.П.**, учебный мастер

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### **ПОПОВ СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ – ОСНОВОПОЛОЖНИК МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ОТВАЛОВ И КАРЬЕРОВ**

В 1937 г. С.И. Попов был приглашен на работу в Магнитогорский горно-металлургический институт преподавателем на кафедру горного искусства. Читал основные курсы специальных горных дисциплин. А с 1939 г. по 1949 г. был деканом горного факультета.

С.И. Попов активно занялся решением крупных научных и практических задач, связанных с устойчивостью бортов карьеров и отвалов. Результаты этих работ были широко апробированы и внедрены на горных предприятиях Урала. В 1946 г. в Свердловском горном институте защитил кандидатскую диссертацию по теме «Исследование устойчивости карьерных отвалов». В 1960 г. Московском горном институте защитил докторскую диссертацию по теме «Устойчивость бортов рудных карьеров»

В феврале 1960 г. Сергей Иванович стал основателем и первым заведующим кафедрой открытой разработки месторождений полезных ископаемых, которую возглавлял в течение 15 лет. С.И. Попов продолжал активную преподавательскую деятельность до 1984 года, а затем перешёл на должность профессора-консультанта. За долгий период служения науке Сергей Иванович установил контакты практически со всеми работниками крупнейших карьеров страны. Научные исследования аспиранты и сотрудники его кафедры вели на карьерах Сибири, Казахстана, Узбекистана, Хакасии, Тувы, Азербайджана и, особенно, на карьерах Урала. При его активном участии выпущено более 2000 горных инженеров, под его руководством защищены 58 кандидатских и 3 докторских диссертации.

С.И. Попов являлся крупным специалистом в исследовании устойчивости откосов горных массивов. Его научный и практический вклад выразился в разработке новых методов обеспечения устойчивости и способов укрепления откосов горнотехнических сооружений, систематизации деформаций карьерных откосов и их классификации, совершенствовании технологии открытых горных работ. Результаты его научных разработок и изобретений были внедрены на предприятиях Урала и Сибири: Сибайском, Учалинском, Соколовско-Сарбайском горно-обогатительных комбинатах, горно-обогатительном производстве Магнитогорского металлургического комбината.

За многолетний труд и научные достижения Попов С.И. награжден шестью медалями и знаками «За доблестный труд в ВОВ 1941 – 1945 гг.» (1946), «Отличник соревнований черной металлургии» (1947), «За трудовые отличия» (1962 г.), «За доблестный труд» (1970), «Победитель социалистического соревнования 1973 г.» (1974), «Участник трудового фронта» 30 лет победы в Великой отечественной войне 1941 – 1945 гг. (1975 г.). «Отличник высшей школы».

Стадник Д.А., проф.,  
Лопушняк Е.В., студентка ФИТЭТ,  
ФГБОУ ВО «СКГМИ (ГТУ)», г. Владикавказ, РФ

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА «УДАЧНЫЙ»**

Современное горное предприятие – это крупное механизированное и автоматизированное хозяйство, характеризующееся многообразием технологического оборудования, в работе которого в оптимальных режимах требуется согласованность и взаимодействие между его отдельными звеньями. Непрерывное увеличение мощности предприятий, повышение уровня механизации и автоматизации процессов в целом, увеличение загрузок на забой и соответствующее увеличение мощности добывающего и транспортирующего оборудования.

Авторами рассматривается система вентиляции подземного рудника по требованию. В работе применяется комплексный метод исследования, включающий критический анализ существующих систем вентиляции и способов их регулирования, системный анализ методических указаний и факторов, влияющих на управление проветриванием подземного рудника. Ко всему прочему на основе проведенного анализа авторами делается вывод о необходимости использования искусственного интеллекта, а именно нейронных сетей для достижения автономности в работе системы проветривания в подземном руднике.

### Список литературы

1. Козырев А.В., Осинцева А.В., Амосов П.В. Управление вентиляционными потоками в горных выработках подземных рудников на основе математического моделирования аэродинамических процессов. Апатиты: КНЦ РАН, 2019. 114 с.
2. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия-Телеком, 2002. 382 с.
3. Стадник Д.А. Разработка структуры единой отраслевой системы автоматизированного проектирования угольных шахт // Горная промышленность. 2017. № 4 (134). С. 65–66.
4. Оценка надежности системы управления вентиляцией на горнодобывающих объектах / Ан Т.В., Клюев Р.В., Босиков И.И., Цидаев Б.С. // Устойчивое развитие горных территорий. 2018. № 1. Т. 10. С. 117–124.
5. Lowndes I.S., Fogarty T., Yang Z.Y. The application of genetic algorithms to optimise the performance of a mine ventilation network: the influence of coding method and population size // Soft Computing. 2005. № 7. V. 9. P. 493–506.
6. Wallace K., Prosser B., Stinnette J.D. The practice of mine ventilation engineering // International Journal of Mining Science and Technology. 2015. № 2. V. 25. P. 165–169.

**Нурматов У.Д.**, доц.,  
Филиала РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М.Губкина в городе Ташкенте

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА**

В настоящее время запасы природного газа в Узбекистане составляют около 2 триллионов кубометров газа. Объем транспортировки природного газа составляет 6892 тысяч кубометров в час.

В республике Узбекистана единственным возможным видом транспорта для природного газа является магистральный газопроводный транспорт. В состав магистральных газопроводов входят компрессорные станции. Вид привода компрессорных станций и их мощность в основном определяются пропускной способностью газопровода. Для того чтобы обеспечить перемещение таких объемов газа на большие расстояния по внутри трубным пространствам в начале магистрального газопровода создают большое давление примерно до 50 атм [1].

Энергия, обеспечивающая перемещение газа по магистральным трубопроводам, транспортируются компрессорными станциями.

В магистральном газопроводе энергия, переданная потоку газа в начале на каком то километре быстро снижается, что приводит к уменьшению скорости потока газа.

Если движущийся поток газа не будет получать дополнительную энергию, то давление во внутри трубном пространстве может уменьшиться до нуля, а движение потока газа может прекратиться. В связи с этим, для компенсации потерь энергии, по всей длине магистральных газопроводов устанавливают компрессорные станции [2].

В каждый год населения Узбекистана увеличиваются, поэтому каждый основной и промежуточная компрессорная станция оборудовать новейшей техникой и технологий отвечающей сегодняшней день.

При проектировании объектов магистральных газопроводов без гидравлического технологического расчётов невозможно, поэтому мы предлагаем для студентов на этом статью методика гидравлического технологического расчёта магистрального газопровода.

### Список литературы

1. Магистральные трубопроводы / Коршак А.А., Шманов Н.Н., Махмотов Е.С. и др. Уфа: Издательство ООО «Дизайн Полиграф Сервис», 2008. 448 с.
2. Алимжанов А.М. УМК дисциплины студента по дисциплине «Магистральные трубопроводы (2-часть)» для специальности 050729 - Строительство. Алматы: Издательство КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2010. 94 с.

Стадник Н.М., доц.,  
ФГБОУ ВО «СКГМИ (ГТУ)», г. Владикавказ, РФ

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Одной из основных задач горной отрасли является внедрение современных технологий информационного моделирования в процесс автоматизированного проектирования горнотехнических систем. Методические вопросы цифровизации горной отрасли являются актуальными как для профильных специалистов, так и для органов государственной власти, так как способ мониторинга инвестиционно-добычной деятельности горных предприятий с использованием цифровых технологий является наиболее результативным инструментом контроля и управления на протяжении всего жизненного цикла проекта. Учитывая мировую практику цифровизации отраслей промышленности, а также принятые национальные программы по развитию цифровизации в России, переход к единому стандарту цифрового моделирования горных предприятий на базе технологии информационного моделирования неизбежен. Автором разработана обобщенная процедура синтеза информационной модели горного предприятия, состоящей из пяти уровней, которая включает процессы разработки регламентов и стандартизации элементов цифрового трехмерного моделирования освоения запасов подземных месторождений твердых полезных ископаемых. В результате планируется разработать систему показателей, которую можно формализовать в виде иерархической структуры XML-схем представления данных, где каждое ведомство контролирует набор показателей в соответствии со своим уровнем доступа, обеспечивая необходимую степень детализации. Подобную систему показателей возможно утвердить к использованию в качестве стандартов для информационного моделирования горнодобывающих предприятий. Ко всему прочему, цифровая трансформация горной отрасли влечет за собой цифровую трансформацию высшего образования при подготовке горных инженеров.

### Список литературы

1. Рахматуллина Е.С. BIM-моделирование как элемент современного строительства // *Russian Journal of Entrepreneurship*. 2017. № 19. Т. 18. С. 2849.
2. Методические принципы оптимального управления воздухораспределением подземного рудника в системах «Вентиляция по требованию» / Д.А. Стадник, Н.М. Стадник, Е.В. Лопушняк, Г.А. Кумсиев // *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*. 2022. № 1. С. 457–466.
3. Уськов В.В. Компьютерные технологии в подготовке и управлении строительством объектов: учеб. пособие. М., 2011. 320 с.
4. Яковлева С.А. Преимущества и недостатки использования BIM при проектировании // *StudArctic forum*. 2017. № 7. Т. 3. С. 25.
5. Uyan M., Dursun A.E. Determination and modeling of lignite reserve using geostatistical analysis and GIS // *Arabian Journal of Geosciences*. 2021. №4. Т.14. С.312.

**Гевейлер Н.С.**, студент,  
Технический университет УГМК, г. Верхняя Пышма, РФ  
**Даушев Р.М.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ**

Подземные разработка месторождений полезных ископаемых характеризуется постоянным ухудшением горно-геологических условий, что обуславливает рост себестоимости очистных работ. Ситуация усугубляется снижением содержания полезного компонента в добываемой рудной массе, и влечёт к низким показателям эффективности и рентабельности производства в целом.

Сложность горно-геологических условий заключается в том, что отработка запасов, имеющих низкие качественно-количественные характеристики, ведётся в условиях неустойчивых рудного и породного массивов, связанных с высокой степенью нарушенности и сильной трещиноватостью. Для отработки таких запасов применяются высокочрезвычайные, обусловленные сложностью горно-геологических условий, системы разработки, имеющие низкую производительность, вследствие ограничения размеров обнажений и сравнительно большого числа производственных процессов очистной выемки.

Повышение рентабельности разработки месторождения, при постоянном снижении содержания полезного компонента, определяется возможностью увеличения производственной мощности подземного рудника. Такая возможность осуществима при условии применения высокопроизводительных камерных систем разработки. Однако, в условиях сильнотрещиноватого и мелкоблочного массивов горных пород, их применение весьма затруднительно.

Сущность предлагаемого варианта поэтажно-камерной системы разработки заключается в отработке блока камерами под защитой упрочненного слоя. Оработка камер начинается после формирования защитного слоя висячем боку рудного тела и потолочины. Камеры обрабатываются вкрест простирания рудного тела. Высота этажа определяется устойчивостью массива закладки, сформированного ранее, защитного слоя.

### **Список литературы**

1. Мажитов А.М., Асанов Д.А., Вьюгов А.А. К вопросу снижения себестоимости закладочных работ при камерных системах разработки // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2017. Т. 1. С. 18-20.
2. Мажитов А.М., Корнеев С.А., Корнилов С.Н. Влияние высоты камеры на устойчивость массива при отработке прикарьерных запасов Камаганского месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № S4-2. С. 198-204.
3. Оценка напряженно-деформированного состояния массива при отработке запасов в техногенно-осложненных условиях / А.М. Мажитов, С.А. Корнеев, Е.А. Бондарь, А. А. Шаронова // Актуальные проблемы горного дела. 2017. № 2. С. 19-26.



Даушев Р.М., студент,  
Гарипов А.С., студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ВАРИАНТА КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ ОТРАБОТКИ РУД В ВЕСЬМА НЕУСТОЙЧИВЫХ МАССИВАХ**

Сущность варианта подэтажно-камерной системы разработки заключается в отработке камеры по простиранию рудного тела вертикальными либо наклонными слоями с твердеющей закладкой. Длина слоя определяется мощностью рудного тела, ширина зависит от устойчивости массива горных пород висячего бока и наклонного обнажения рудного массива при прямом порядке отработки и искусственного массива при обратном порядке, а также от принятой высоты подэтажа. Выемочный блок состоит из камеры и междукамерного целика (МКЦ). Камера располагается по простиранию рудного тела, МКЦ – вкрест простирания.

Отработку камеры производят от противоположного от МКЦ фланга в отступающем порядке на буро-доставочный орт. С целью повышения интенсивности очистных работ рекомендуется отрабатывать камеру от центра на оба фланга.

Подготовка блока осуществляется из участкового наклонного съезда. На каждый подэтаж из заезда проходится полевой буро-доставочный орт. Нарезные работы осуществляются проведением буро-доставочных штреков и формированием отрезного восстающего по центру камеры, который расширяется в отрезную щель.

Закладка выработанного пространства осуществляется через скважины, пробуренные с вышележащего (вентиляционного) доставочного штрека.

### Список литературы

1. Мажитов А.М. Обоснование параметров технологии отработки пологих медноколчеданных месторождений с обрушением руды и вмещающих пород: специальность 25.00.22 "Геотехнология (подземная, открытая и строительная)": дис. ... канд. техн. наук / Мажитов Артур Маратович. Магнитогорск, 2013. 140 с.
2. Мажитов А.М. Оценка степени техногенного преобразования участка недр при разработке месторождения с обрушением руды и вмещающих пород в восходящем порядке // Горная промышленность. 2021. № 4. С. 113-118.
3. Мажитов А.М., Асанов Д.А., Вьюгов А.А. К вопросу снижения себестоимости закладочных работ при камерных системах разработки // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2017. Т. 1. С. 18-20.
4. Обоснование технологических схем отработки месторождения с учетом техногенного преобразования / А. М. Мажитов, И. А. Пыталев, Е. В. Боровиков, Г. Д. Першин // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2021. № 4. С. 5-14. DOI 10.21440/0536-1028-2021-4-5-14.

**Саитбатаров Р.Р.**, начальник ПТО,  
АО «Бурибаевский ГОК», п. Бурибай, РФ

**Гарипов А.С.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗУБОЖИВАНИЯ**

Целью настоящей работы является снижение разубоживания при отработке запасов Октябрьского месторождения АО «Бурибаевский ГОК». В работе проведен анализ существующих технологий ведения горных работ, исследованы фактическое состояние обрабатываемых рудных участков и составлены рекомендации по корректировке параметров конструктивных элементов систем разработки с учетом высокой нарушенности и низкой устойчивости горного массива Октябрьского месторождения. С целью определения оптимальных и технологически осуществимых мероприятий по повышению качественных показателей очистной выемки проведено обобщение практического опыта применения способов снижения и методик обоснования показателей потерь и разубоживания. В результате исследований произведен анализ способов снижения показателей потерь и разубоживания, приведены методики экономической оценки эффективности освоения запасов и расчета проектных показателей потерь и разубоживания.

На основе проведенных исследований представлен порядок расчета и планирования очистных работ, в который включены ряд мероприятий. Представленные в работе исследования способствуют снижению показателя разубоживания по отдельности, и с учетом их совместного применения, повышают эффективность освоения запасов и повышения качественных показателей извлечения руды под обрушенными породами.

### **Список литературы**

1. Мажитов А.М. Обоснование параметров технологии отработки пологих медноколчеданных месторождений с обрушением руды и вмещающих пород: специальность 25.00.22 "Геотехнология (подземная, открытая и строительная)": дис. ... канд. техн. наук / Мажитов Артур Маратович. Магнитогорск, 2013. 140 с.
2. Мажитов А.М. Оценка степени техногенного преобразования участка недр при разработке месторождения с обрушением руды и вмещающих пород в восходящем порядке // Горная промышленность. 2021. № 4. С. 113-118.
3. Мажитов А.М., Асанов Д.А., Вьюгов А.А. К вопросу снижения себестоимости закладочных работ при камерных системах разработки // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2017. Т. 1. С. 18-20.
4. Обоснование технологических схем отработки месторождения с учетом техногенного преобразования / А. М. Мажитов, И. А. Пыталев, Е. В. Боровиков, Г. Д. Першин // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2021. № 4. С. 5-14. DOI 10.21440/0536-1028-2021-4-5-14.

**Бурмистров К.В.**, д-р техн. наук, доцент,  
**Авдиенко С.В.**, студент,  
**Березенцев А.П.**, студент,  
**Серегин С.А.**, студент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ НА ГЛУБОКИХ КАРЬЕРАХ**

Варианты развития циклично-поточной технологии рассматривались на примере карьеров, имеющих проектные глубины на конец разработки от 600 м до 850 м. При применении в карьерах для доставки полезного ископаемого и вскрышных пород только автомобильного транспорта приведет к увеличению расстояния транспортирования при освоении запасов глубоких горизонтов до 12,5 км по карьере, а с учетом доставки руды до обогатительной фабрики, а вскрышных пород к местам разгрузки на отвалах максимальное расстояние транспортирования достигнет 17,5 км. Возрастающая транспортная работа приведет к существенному росту себестоимости добычи полезного ископаемого. Внедрение на данных карьерах циклично-поточной технологии (ЦПТ) транспортирования горной массы позволят сократить затраты на транспорт и повысить эффективность освоения месторождений.

При размещении перегрузочных пунктов ЦПТ на верхних горизонтах карьера эффективность данной технологии транспортирования будет снижаться по мере углубки карьера и при освоении запасов глубоких горизонтов будет малоэффективной [1]. Сложность с определением шага переноса перегрузочных пунктов заключается в необходимости взаимосвязки с развитием горных работ в карьере, так как участок борта карьера, на котором располагается конвейер и перегрузочный пункт должен быть поставлен в предельное положение. Были рассмотрены различные типы конвейеров и варианты их размещения: ленточный конвейер на борту карьера, крутонаклонный ленточный конвейер с прижимной лентой, ленточный конвейер в наклонном стволе. Выполненные расчеты и моделирование позволили определить, что возможный шаг переноса перегрузочных пунктов составляет от 180 до 210 м, что подтверждает результаты ранее выполненных исследований, представленных в [1].

Реализация и последующее развитие ЦПТ на рассматриваемых карьерах позволит повысить экономическую эффективность процесса транспортирования горной массы в среднем на 20% по сравнению с циклической технологией транспортирования с использованием только автосамосвалов.

### **Список литературы**

1. Развитие циклично-поточной технологии на высокопроизводительных глубоких карьерах с учетом динамики формирования рабочей зоны / Пыталев И.А., Бурмистров К.В., Юсупов М.Э., Головей С.И. // Маркшейдерия и недропользование. 2022. №5(121). С. 34-40.

**Кутлубаев И.М.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Кульсаитов Р.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Ибрагимов Г.Р.**, аспирант,  
**Каримов Р.А.**, аспирант,  
**Самигуллин В.А.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА ФРИКЦИОННОГО АНКЕРА НА ЕГО НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ**

Добыча полезных ископаемых подземным способом связана с выполнением большого объема подготовительных работ, связанных с проведением целого ряда горных выработок различного назначения, направления, размеров поперечного сечения, протяженности в земных недрах. С каждым годом добыча полезных ископаемых ведется на более глубоких горизонтах, вовлекаются в эксплуатацию техногенно-измененные участки месторождений с осложненными горно-геологическими условиями. С учетом современной тенденции ведения горных работ актуальным вопросом является процесс крепления и поддержания горных выработок в течение всего срока их эксплуатации.

Анкерная крепь, как вид с наибольшим долевым участием применения в горнорудной промышленности, представляет собой систему закрепляемых в шпурах металлических стержней. Располагая их определенным образом по периметру выработки в окружающих ее породах добываются упрочнения массива пород и повышения устойчивости его обнажений благодаря скреплению различных по прочности слоев или структурных блоков. Специфические особенности анкерной крепи фрикционного типа позволяют применять ее в широком диапазоне условий для крепления горных выработок различного назначения. При этом базовым показателем качества крепи является ее несущая способность, которая для анкеров фрикционного типа напрямую зависит от упругих свойств материала.

Необходимость совершенствования методических подходов к определению параметров анкерной крепи приводит к рассмотрению новых возможностей в виде сравнения различных марок стали для изготовления анкерной крепи, обеспечивающих максимальные значения несущей способности анкеров на весь срок их службы.

При рассмотрении в работе анкеров фрикционного типа из марок стали Ст20 и стали 09Г2С выявлены зависимости несущей способности анкеров от отличающихся физико-механических свойств. Исследования показали, что у марки стали 09Г2С упругие и прочностные свойства значительно выше, что напрямую влияет на несущую способность анкера фрикционного типа.

### Список литературы

1. Совершенствование фрикционной анкерной крепи с целью снижения рисков при ее эксплуатации в сложных горно-геологических условиях / Аверьянов К.А., Зубков А.А., Волков П.В., Кутлубаев И.М. // Комбинированная геотехнология: Риски и глобальные вызовы при освоении и сохранении недр 2021. С. 142-143.

**Олизаренко В.В.**, канд. техн. наук, доцент  
**Михайлова Г.В.**, зав. лабораторией  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **К ВОПРОСУ О СНИЖЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ НЕПРЕДВИДЕННЫХ ПРОСТОЕВ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Горно-геологические условия и специфика разработки рудных тел оказывают существенное влияние на экономическую эффективность внедрения новых технологий и средств их механизации на подземных рудниках.

Недостаточная проработка вопросов взаимного влияния применяемого оборудования на показатели смежных технологических процессов существенно снижает экономический эффект от механизации и автоматизации производства. Поэтому работу подземных горных машин на медно-колчеданных рудниках необходимо рассматривать комплексно в тесной связи с горнотехническими и организационными условиями производства работ на месторождении.

Комплексный подход к структурной систематизации современных средств механизации применяемых на современных подземных рудниках с учетом особенностей технического обслуживания (ТОиР) и планово-предупредительных ремонтов (ППР) для самоходных машин позволит повысить эффективность от расхождения средств, затрачиваемых на механизацию производства.

Эксплуатационная (расчетная) производительность комплекса может быть определена по нескольким методикам [1].

С целью определения фактической производительности применяемой техники, затрат времени и объема выработки применяемых буровых машин были определены показатели, аналогичные рассчитанным по усредненным данным фотографий рабочего времени.

Фактические данные, показали значительные потери времени из-за проведения внеплановых ремонтных работ. Анализ и сравнение полученных результатов показывает снижение эксплуатационной производительности буровой установки Ахера DD 310 – 40 более чем в 10 раз (с 486 до 43,2 метра в смену).

Согласно расчету, корректировка организационной составляющей деятельности предприятия позволит избежать потерь недополученной выручки около 110 тыс. руб. в смену, или до 240 млн. рублей в год.

### Список литературы

1. Постановление Минтруда РФ от 21.04.1993 года № 89 «Об утверждении Укрупненных нормативов времени на горнопроходческие и нарезные горные работы шахт и рудников горнодобывающей промышленности и в геологоразведке».
2. Олизаренко В.В., Туркин И.С. Алгоритмизация средств механизации на подземных горных работах // Материалы 69-й научно-технической конференции. Магнитогорск, МГТУ им. Г.И.Носова, 2011. С. 24-26.

**Багдасарян М.А.**, аспирант,  
**Бурмистров К.В.**, д-р техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ ПРИБОРТОВЫХ ЗАПАСОВ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «МАЛЫЙ КУЙБАС»**

В процессе разработки крутопадающих месторождений полезных ископаемых, простирающихся на большую глубину, за проектным контуром карьера остаются запасы руды в силу различных горно-геологических, технологических и экономических причин. Неполная выемка рудных залежей особенно характерна для сложноструктурных месторождений, обрабатываемых открытым способом.

Данное исследование посвящено обоснованию технологических решений, поз-воляющих вовлечь в отработку законтурные запасы на карьере Малый Куйбас, за проектным контуром которого остаются запасы железной руды, которые не могут быть отработаны открытым способом в связи с наличием на поверхности отвалов вскрышных пород, которые расположены практически по всему периметру карьера и препятствуют разному бортов.

В результате анализа горнотехнических условий разработки месторождения, а также распределения за проектным контуром карьера рудных тел, было установлено, что традиционными технологическими решениями их невозможно извлечь, что вызывает необходимость предусматривать новые инновационные решения по вскрытию прибортовых и подкарьерных запасов. Вовлечение в отработку законтурных запасов возможно за счет изменения параметров вскрывающих выработок [1]. В рамках исследования были рассмотрены пять вариантов изменения схемы вскрытия для отработки законтурных запасов, предусматривающих уменьшение ширины транспортных берм и увеличение их уклона при использовании автосамо-свалов с шарнирно-сочлененной рамой, а также полный отказ от системы автомо-бильных съездов ниже определенной глубины карьера с переходом на доставку горной массы по подземным наклонным автомобильным съездам. Предлагаемые технологические решения позволяют увеличить угол нерабочего борта карьера и соответственно глубину без разноса бортов.

Для всех рассмотренных вариантов были рассчитаны технико-экономические показатели, в результате чего определено, что наиболее выгодным по сумме затрат на 1 т руды является вариант, предусматривающий уменьшение ширины транспортных берм и увеличение их уклона до 150 %, а максимальный объем законтур-ных запасов (больше второго варианта в 2,3 раза), удастся извлечь в варианте с применением подземных автомобильных съездов. Были проведены расчеты устойчивости локального участка борта карьера, которые показали достаточный запас устойчивости для реализации предлагаемых технико-экономических решений.

### Список литературы

1. Лель Ю.И., Глебов И.А., Буднев А.Б. Исследование параметров вскрытия глубоких кимберлитовых карьеров крутонаклонными автосъездами // Проблемы недропользования. 2019. №3 (22).

**Заляднов В.Ю.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Трегубов А.А.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТЬЮ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Управление производственной мощностью российских горнодобывающих предприятий является одним из важнейших инструментов их развития, обеспечения конкурентоспособности и рыночной устойчивости. Научно-обоснованное управление производственной мощностью горнотехнических систем положительно влияет на технико-экономические показатели деятельности горнодобывающих предприятий, а именно: обеспечивается рост выпуска продукции и снижается ее себестоимость; повышается производительность труда и интенсивность использования оборудования, растёт инвестиционная привлекательность организации или компании недропользователя, увеличивается ее доходность.

Одной из основных задач горнодобывающих предприятий, в условиях изменчивости рынка, является необходимость наращивания темпов экономического роста и придание этому росту нового качества. Горнодобывающие предприятия имеют различный производственный и трудовой потенциал, уровень освоения которого зависит не только от минерально-сырьевой базы, но и от территориального расположения участка недр относительно других промышленных и развитых районов нашей страны, уровня развития транспортной и социальной инфраструктуры, рынков сбыта и услуг, и других влияющих факторов [1]. Так, для наилучшего освоения производственного потенциала предприятия с открытой геотехнологией необходима тщательно выверенная стратегия управления всеми доступными ресурсами и условиями территориального расположения, обеспечивающая сбалансированное сочетание параметров горнотехнической системы и объемов производства всей номенклатуры продукции, включая освоение техногенных георесурсов и услуг сторонним организациям.

### Список литературы

1. Обоснование стратегии развития горнодобывающих предприятий на основе анализа доходности и риска при аутсорсинге и диверсификации / Заляднов В.Ю., Гавришнев С.Е., Михайлова Г.В., Кадеров С.С., Коваленко Н.В. // Горная промышленность. 2021;(4):00–00. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-4-00-00.

**Заляднов В.Ю.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Караулов Н.Г.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Бакиев В.Р.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРИ ОТРАБОТКЕ РАЗРЕЗА «БУРЕЙНСКИЙ»**

Несмотря на использование новейших технологий и технических устройств, жизнеспособность современных российских горнодобывающих предприятий продолжает зависеть от их возможности быстрой адаптации к постоянно меняющимся условиям мирового и внутреннего рынка [1]. В таких условиях горнодобывающие предприятия являются зависимыми от динамичного изменения рыночных цен и спроса на производимое сырье.

Зачастую, при благоприятных рыночных условиях, обуславливающих повышение производительности предприятия, и росте инвестиций не обеспечивается повышение эффективности использования возрастающего парка техники и разработки месторождения в целом.

Из-за высокой динамики и трудоемкости технического обеспечения интенсификации производства, зачастую не производится соответствующее рациональное изменение технологических параметров системы разработки и организационных условий, которые бы обеспечивали повышение эффективности.

С целью повышения эффективности разработки месторождения проведен анализ параметров рабочей зоны разреза и параметров взрывных работ. Выявлено, что увеличение объема взрывного блока с существующего среднего значения 226 тыс. м<sup>3</sup> до 450 тыс. м<sup>3</sup> может обеспечить снижение времени, затрачиваемого на перегоны с 52 до 26 часов в год, для одного экскаватора Komatsu PC 2000.

Для обеспечения условий увеличения объема взрывных блоков, а также упрощения планирования горных работ целесообразно увеличение ширины рабочих площадок вдоль направления угольного пласта. Для увеличения ширины рабочих площадок были рассмотрены несколько вариантов реконструкции существующей рабочей зоны

С увеличением ширины рабочей площадки вдоль простирания пласта и объема взрывного блока уменьшается количество перегонов буровых станков, увеличивается общая скорость бурения, уменьшается вероятность отказов взрывной сети, уменьшаются потери времени при производстве буровзрывных работ и упрощается планирование горных работ.

### Список литературы

1. Повышение эффективности разработки угольного разреза за счет оптимизации технологических параметров в сложных горно-геологических условиях / Добровольский А.И., Леонов Е.И., Кутовой А.В., Заляднов В.Ю., Караулов Н.Г., Юсупов М.Э. // Уголь. 2019. №10 (1123). С. 72-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-10-72-78>.



**Угольников Н.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Ахметшин М.Ж.**, студент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОБОСНОВАНИЯ СПОСОБА И ПАРАМЕТРОВ ПРОХОДКИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ВЫРАБОТКИ НОВО-УЧАЛИНСКОГО ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА**

Согласно последних корректировок проектной документации на отработку месторождения, подача свежего воздуха в подземные выработки Ново-Учалинского подземного рудника будет осуществляться по наклонным съездам со стороны Учалинского подземного рудника и по скипо-клетевому стволу НУМ, выдача – через вертикальные вентиляционные выработки (восстающие) [1].

Отличительной особенностью выдачных вентиляционных выработок Ново-Учалинского подземного рудника является то, что их проходка будет производиться не буровзрывным способом [2], а буровым.

Проходка вентиляционного восстающего ВВ1 гор.000м/650м буровым способом диаметром 5,6 м в свету, проводится с поверхности промплощадки рудника с помощью буровой системы SBM 800 XP производства компании TumiRaiseBoring.

Последовательность технологических этапов выполнения работ по проходке ВВ1 гор.000м/650м при буровом способе проходки следующая:

1. Выполняется комплекс подготовительных работ в составе:
  - подвод электрических и водоподающих коммуникаций;
  - устройство бетонного оголовка рабочей площадки «Нулевая» в месте заложения ВВ1 на дневной поверхности с размерами 10 м×10 м×4 м.
2. После подготовительных работ производится бурение передовой скважины диаметром 133/4” (349,3 мм) с поверхности до горизонта 650 м.
3. В три этапа осуществляется расширение пилот-скважины до проектного диаметра в направлении снизу-вверх участками 200, 200 и 250 м.
4. По окончании разбуривания до проектного диаметра, комплект бурового оборудования SBM 800 XP с верхней рабочей площадки демонтируется. На его место устанавливается комплект оборудования для торкретирования бортов ВВ1 – СДВТ на базе комплекта оборудования RM-600 производства компании CEEQ/
5. Производится торкретирование бортов вентиляционного восстающего ВВ1 гор.000м/650м сверху вниз с помощью СДВТ на базе RM-600с дистанционным управлением вне выработки.

### Список литературы

1. Обоснование параметров расширений скважинных зарядов при отбойке веерами / Егембердиев Р.И., Угольников Н.В., Юсупов Х.А., Столповских И.Н. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2019. № 11. С. 48–58.
2. Угольников Н.В., Доможиров Д.В. Обеспечение безопасности буровзрывных работ при взрывании парно-сближенных скважин высоких уступов на карьерах // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2019. №3.С. 332–343.

**Угольников Н.В.**, канд. техн. наук, доц.,

**Караулов Н.Г.**, канд. техн. наук, доц.,

**Симаков Д.Б.**, канд. техн. наук, доц.,

**Чуприн А.П.**, студент,

**Митрошин Н.Н.**, студент

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫХОДА ТОВАРНОЙ ФРАКЦИИ ФЛЮСОВЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ АККЕРМАНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Аккермановское месторождение флюсовых известняков расположено в 1,5 км западнее г. Новотроицка Оренбургской области. Основное назначение отработки Аккермановского месторождения является потребность в известняке как флюсовом сырье для металлургического производства, а также в глине и известняке для цементного производства.

По трещиноватости известняки Аккермановского месторождения подразделяются на среднетрещиноватые (35-60%), малотрещиноватые (20-30%) и реже практически монолитные (около 4-10%). Крепость известняков по шкале М.М. Протодяконова составляет 8-10, а объемная масса 2,5-2,6 т/м<sup>3</sup> [1].

Для бурения скважин применяется буровой станок СБШ-200 с диаметром долота 200 мм, глубина скважин в пределах 11-13 м. Диапазон изменения удельного расхода ВВ при взрывании известняков составляет 0,4 – 0,67 кг/м<sup>3</sup>, что соответствует IV и V классу в межотраслевой классификации пород по взрываемости.

Максимально допустимый размер кондиционного куска составляет  $d_n=750$  мм для ДСФ-2,  $d_n=900$  мм для ДСФ-1, при этом товарной являются фракции 20(40)-200(600) мм [2,3].

Целью работы является определение гранулометрического состава горной массы после производства взрывных работ в породах различной трещиноватости.

Гранулометрический состав взорванной горной массы определялся фотолинейным методом, который с достаточной точностью позволяет определить выход заданных фракций крупности. В результате обработано 60 снимков откосов развала, произведено разделение по фракциям крупностью шагом 100 мм.

В результате проведенных измерений выход кондиционных фракций для пород различной категории по трещиноватости составил 50-85%, при этом выход товарной продукции составил 15-25%.

### **Список литературы**

1. Ugolnikov, N.V., Domozhrov, D.V., Karaulov, N.G., Prochorov, A.A. Improving the production technology of drilling and blasting operations by blasting of high ledges//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Volume 966, Issue 1, 13 November 2020, № 01202.

2. Обоснование параметров и технологии производства буровзрывных работ, обеспечивающих требуемую кусковатость / Егоров В.В., Волокитин А.Н., Угольников Н.В., Соколовский А.В. // Горная промышленность. 2021. № 3. С. 110-115.

3. Угольников В.К., Гавришев С.Е., Угольников Н.В. Влияние трещиноватости массива на кусковатость взорванной горной массы // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2006. № 3. С. 213-216.

**Симонов П.С.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Худоев Г.С.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## СИМУЛЯТОР СТОЛКНОВЕНИЯ МЕТЕОРИТА С ЗЕМЛЕЙ

Метеориты – это небесные тела, обращающиеся вокруг Солнца, которые сталкиваются с Землей [1]. Если масса метеорита меньше десятка граммов, то он сгорает в атмосфере без остатка. Метеориты с массами от сотен граммов до нескольких тонн сильно тормозятся атмосферой, их поверхность плавится, испаряется, а иногда они разрушаются на мелкие куски. Гигантские метеориты проходят сквозь атмосферу практически беспрепятственно, при их соударении с Землей образуются метеоритные кратеры (например, Аризонский кратер диаметром 1265 м и глубиной 175 м). По оценкам специалистов, перед взрывом Аризонский метеорит двигался со скоростью 45-60 тысяч километров в час, имел массу 300000 т и размер 50 м [2].

Радиус кратера  $R_k$ , который образуется при сверхзвуковом столкновении, можно оценить из энергетического баланса. Кинетическая энергия метеорита  $E_0 \sim m \cdot v^2$ , где  $m$  – масса метеорита;  $v$  – скорость метеорита в момент столкновения, расходуется:

- на разрушение, дробление горных пород в объеме кратера и на разрушение (вплоть до испарения) самого метеорита  $E_1 \sim \sigma \cdot R_{k2}$ , где  $\sigma$  – предел прочности породы;

- на разлет горных пород, выброшенных из кратера  $E_2 \sim \rho \cdot g \cdot R_{k4}$ , где  $\rho$  – плотность породы,  $g$  – ускорение свободного падения;

- на энергию звуковых, сейсмических волн, уходящих вглубь Земли и в атмосферу  $E_3 \ll E_1 + E_2$ .

При изучении явлений редко встречающихся в природе используется компьютерное моделирование. Изменяя исходные данные при моделировании (масса и скорость метеорита), с помощью математических зависимостей, можно предсказать разрушительные эффекты на Земле:

- размеры кратера (диаметр, глубина);
- радиус опасной зоны по ударной воздушной волне (давление, скорость ветра и разрушительные эффекты на разных расстояниях от места столкновения);
- радиус опасной зоны по сейсмической волне.

Пример симулятора, который демонстрирует последствия столкновения метеорита с Землей, разработанный специалистами в области астероидной угрозы, представлен на сайте [neal.fun](http://neal.fun) [3].

### Список литературы

1. Бялко А.В. Наша планета – Земля. 2-е изд., перераб и доп. М.: Наука, 1989. 240 с. (Б-чка «Квант». Вып. 29).
2. Никитин М. Можно ли отклонить астероид // Квант. №9. 2022. С. 28-31.
3. Asteroid launcher [Электронный ресурс]. URL: <https://neal.fun/asteroid-launcher>.

**Доможиров Д.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Исакаев Н.Ш.**, аспирант  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОБОСНОВАНИЕ НОРМ РАСХОДА МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА**

Перемещение карьерных грузов занимает наибольшую статью затрат в технологической цепочке процессов при добыче минерального сырья. Более половины общего объема перевозимой горной массы на открытых горных работах в России приходится на карьерный автотранспорт.

Современная нормативная база технической эксплуатации карьерного автотранспорта имеет ряд недостатков, связанных с устареванием норм и отставанием существующей нормативной базы от динамики развития автомобилестроения и карьерного пространства.

В первую очередь требуют доработки нормы расхода материальных ресурсов, поскольку их достоверность напрямую определяет эффективность перевозок. На эти ресурсы приходится более половины всех эксплуатационных затрат. Так, нормирование расхода топлива при эксплуатации парка автотранспорта производится посредством удельных базовых норм с использованием поправочных коэффициентов на условия эксплуатации. Нормы расхода запасных частей и автомобильных шин в настоящее время регламентированы приказом Минтранса РФ № 351 в ценах прошедших периодов. Поскольку нормы расхода материальных ресурсов являются удельными величинами, приведенными к пробегу карьерного автотранспорта, нормированию также подлежит пробег за плановый период, например, за месяц.

Анализ научной литературы [1,2] и практического опыта позволил установить перечень дополнительных факторов (интенсивность, сезонность и квалификация водителя), учет которых позволяет повысить достоверность нормирования расхода материальных ресурсов при эксплуатации карьерного автотранспорта.

Установленные авторами зависимости позволили рассчитать всесезонные нормы потребления дизельного топлива и запасных частей, а также автомобильных шин для различного парка карьерного транспорта, эксплуатируемых на карьерах Уральского региона.

### Список литературы

1. Горяев Н.К., Бандурко С.О., Хабибуллозода Х.Х. Автомобильный транспорт: переход от нормирования расхода топлива к учету выбросов парниковых газов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2020. № 1. С. 175-179.
2. Дорофеев А.Н., Курганов В.М., Грязнов М.В., Автоматизация планирования потребности в топливе для автомобильных перевозок // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2018. № 2. С. 187-195.

**Доможиров Д.В.**, канд. техн. наук, доц.,

**Караулов Н.Г.**, канд. техн. наук, доц.,

**Прохоров Ан.А.**, аспирант,

**Гребенкин Л.А.**, студент,

**Фурцев С.В.**, студент

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ ГОРНЫХ ПОРОД К ВЫЕМКЕ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ БЕЛОГО МРАМОРА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МИКРОКАЛЬЦИТА**

Мировой рост потребления мраморного щебня объясняется широким ассортиментом готовой продукции, получаемой при его переработке. Наиболее ценным являются мрамора высокой степени белизны. Поскольку они пригодны для получения высокоценного микрокальцита, сфера применения которого ежегодно расширяется, от фармацевтической и пищевой отраслей до строительной. По данным таможенных служб объем импорта микрокальцита составляет более 30%.

На Урале находятся уникальные месторождения мрамора с высокой степенью белизны, это месторождения Еленинской группы. Однако горно-геологическая особенность месторождений состоит в том, что массив не монолитен и перебит включениями (доломитизированный известняк и ожелезненный мрамор), которые снижают ассортимент и ценность товарной продукции. Так, стоимость мраморного щебня для производства микрокальцита может отличаться более чем в 8 раз в зависимости от степени белизны. Критерием оценки качества на месторождениях белого мрамора принято разубоживание. В результате обработки технологических показателей ООО «Елена» в период с 2019 по 2021 гг. установлено, что увеличение разубоживания до 3% , приводит к увеличению потерь товарной продукции до 20%.

В настоящее время требуемый объем фракционного щебня с учетом физико-механических свойств мрамора подготавливается к выемке с применением буровзрывной подготовки [1]. В условиях изрезанности массива прослоями вредных включений в работе, с целью исключения разубоживания, предложено применение однорядного взрывания вдоль зоны контактов. С целью повышения полноты освоения запасов, зону контакта белого мрамора и вредных примесей разработан механический способ подготовки массива горных пород к выемке тяжелым гидромолотом. При высокой концентрации зон вредных включений в рабочей зоне карьера, в работе обоснован также механический способ подготовки к выемке мраморного щебня фрезерным комбайном [2].

### Список литературы

1. Обеспечение высокого качества взрывной подготовки пород к выемке при открытом способе добычи в сложных горно-геологических условиях и существенном росте масштабов работ / Пыталев И.А., Доможиров Д.В., Угольников Н.В., Прохоров А.А., Пронин В.В. // Маркшейдерский вестник. 2021. № 5-6 (144-145). С. 116-121.
2. Комплексное освоение месторождений мрамора с применением карьерного комбайна wirtgen / Пыталев И.А., Караулов Н.Г., Доможиров Д.В., Прохоров А.А. // Актуальные проблемы горного дела. 2020. № 1. С. 26-30.

**Гусева И.П.**, аспирант,  
НИТУ «МИСиС», г. Москва, РФ

## **ВЛИЯНИЕ МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Давно известно, что присутствие метана в угольных месторождениях вызывает проблемы с выбросами газа. Изначально добыча газа было необходимо для обеспечения горнякам безопасных условий труда.

Большая часть метана не осталась в недрах угольных месторождений, однако количество его, насыщающие угольные пласты в их современном состоянии, настолько велики, что позволяют рассматривать угольные месторождения как метано-угольные. К метану угольных пластов часто относятся лишь как к помехе при добыче угля, однако и природные газы долгое время рассматривались лишь как второстепенное горючее ископаемое, эксплуатация которого велась попутно при добыче нефти.

Количество газа, выделяющегося в шахтах при добыче угля, растет с каждым годом: максимальное метановыделение приближается уже к  $100 \text{ м}^3$ , а иногда даже  $300 \text{ м}^3$  на 1 т добываемого угля. Основными факторами, влияющими на возникновение внезапного выброса, являются горное давление, энергия заключенного в угле газа, физико-механические свойства угольного пласта и вмещающих пород. Оработка угольных пластов мощностью от 1 до 6 метров осуществляется на глубине от 600 до 850 метров.

В качестве перспективного направления использования горной массы рассматривается ее газификация. Для газификации используют свежедобытую горную массу с содержанием угля 20% и более. В качестве отходов этого процесса получается зольный остаток, который можно использовать для производства строительных материалов. В течение многих лет эффективность дегазации угольных пластов повышали за счет повышения проницаемости угольного пласта и увеличения продолжительности периода дегазации.

В связи с ограничениями по газовому фактору уровень нагрузки в «газобильных» лавах был ограничен четырьмя тысячами тонн в сутки, что значительно ниже возможностей забойного оборудования. В настоящее время лимитирующий фактор — это допустимая скорость воздуха по лаве, где скорость движения воздуха ограничена 4 м/с. Уменьшение содержание газа в пласте перед обработкой лавы до  $9 \text{ м}^3/\text{т}$  является основной задачей.

Анализ способов дегазации с точки зрения обеспечения необходимой эффективности при извлечении кондиционной смеси показывает, что наиболее перспективными являются те способы дегазации, которые предусматривают повышение проницаемости газа.

Таким образом, отметим, что вопрос выделения метана в горных выработках требует дополнительных исследований. Большое значение для эффективного заблаговременного извлечения метана имеет устойчивость раскрываемых в процессе воздействия трещин, которая зависит в основном от глубины залегания и мощности пласта. Для мощных пластов трещины остаются в раскрытом состоянии за счет остаточных деформаций на глубинах до 550-600 м.

**Бурмистров К.В.**, д-р техн. наук, доц.,  
**Осинцев Н.А.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Волков П.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Тарабаев А.С.**, аспирант  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

В Челябинской области сосредоточены более 100 горнодобывающих предприятий, разрабатывающих залежи руд цветных и черных металлов, а также нерудные месторождения. Добывающие и обрабатывающие предприятия являются крупнейшими по объемам выручки компаниями, от устойчивости функционирования которых во многом зависит стабильность экономики региона.

Наиболее крупные горнодобывающие предприятия Челябинской области производят освоение запасов руды глубокими карьерами с текущей глубиной 200-300 м и более, проектные глубины карьеров достигают 400-600 м, для ряда предприятий рассматривается перспектива перехода на комбинированный способ разработки. С увеличением глубины разработки возрастает себестоимость полезного ископаемого из-за роста затрат на транспортирование горной массы, растут объемы образующихся отходов – вскрышных пород, площади, отчуждаемые для размещения карьеров, отвалов и других поверхностных сооружений, возрастает негативное воздействие от работы оборудования карьеров на окружающую среду.

Ухудшающиеся горнотехнические, экономические и экологические условия разработки месторождений Челябинской области при высокой интенсивности развития горных работ всё чаще ставят недропользователей перед необходимостью обоснования стратегии устойчивого развития горнотехнической системы. Такая стратегия предусматривает проектирование, планирование и производство горных работ на месторождении для достижения разумного баланса между экономическим, социальным, экологическим развитием горнодобывающего предприятия и потребностями потребителей сырья и общества.

В настоящей работе выполнен анализ функционирования горнодобывающих предприятий по достижению экономических, социальных и экологических целей концепции устойчивого развития. Установлены и систематизированы основные факторы, оказывающие влияние на устойчивое функционирование и развитие горнодобывающих предприятий. Полученные результаты являются основой для разработки системы параметров и показателей оценки стратегии устойчивого развития горнодобывающих предприятий, разрабатывающих крутопадающие месторождения открытой и комбинированной геотехнологиями.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках выполнения гранта на проведения фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами в 2023-2024 гг., соглашение № 23-21-10040.*

**Волков П.В.**, канд. техн. наук, доцент

**Конев С.В.**, канд. техн. наук, доцент

**Файнштейн А.С.**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОСОБЕННОСТИ КРЕПЛЕНИЯ ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОД АНКЕРНО-СЕТОЧНОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ**

Авторами предложено использовать армирующие вставки для крепления свода горных выработок. Скрепляя анкерами с соединяющей их упругой связкой части горной породы, можно получить массив с увеличенной критической потенциальной энергией, для разрушения которого необходимо затратить большее количество энергии вмещающих пород.

В результате крепления за счет снижения потенциальной энергии раскрытия трещин из-за повышения модуля упругости поверхности горной породы прекращается интенсивное их раскрытие.

В качестве основы крепи выступает самозакрепляющаяся анкерная крепь в сочетании с полосовыми подхватами, которые соединяются с двух сторон. Возможно данную конструкцию применять и с другими типами анкеров. В связи с тем, что анкеры устанавливаются в шахматном порядке, собранная конструкция полосовых подхватов образует ромбовидные формы, что позволяет пересечь все имеющиеся системы трещин.

Установка подхватов рекомендуется производить как можно ближе к перпендикуляру относительно трещины и смещать их к центру. Для сохранения горной выработки в устойчивом состоянии при смещения ее контуров в процессе ее эксплуатации в подхватах рекомендуется оставлять узлы податливости.

Предложенный вариант крепления горных выработок единой конструкцией, состоящей из анкеров и полосовых подхватов позволяет увеличить несущую способность крепи, что положительно сказывается на общей безопасности ведения горных работ.

### Список литературы

1. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. 560 с.
2. Прочность и деформируемость горных пород / Карташов Ю.М., Матвеев Б.В., Михеев Г.В., Фадеева А.Б. М.: Недра, 1979. 269 с.
3. Калмыков В. Н., Волков П. В., Мещеряков Э. Ю. Разработка интегрированных технологических схем интенсивного освоения запасов приграничных зон карьеров // Комбинированная геотехнология: Комплексное освоение и сохранение недр Земли: материалы международной научно-технической конференции: сборник трудов. Екатеринбург, 22-26 июня 2009 г. Изд-во: МГТУ, 2009. С. 31-33



**Волков П.В.**, канд. техн. наук, доцент

**Борисов Д.А.**, студент

**Чушкин Д.С.**, студент

**Янгельский Г.И.**, студент

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КРЕПИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ВОСХОДЯЩЕМ ПОРЯДКЕ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

При добыче полезного ископаемого на больших глубинах одним из основных факторов, влияющих на выбор технологических схем ведения горных работ и даже выбор техники, является геомеханическая обстановка на месторождении. При восходящей отработке месторождений в формировании напряжений в конструктивных элементах системы разработки отмечается ряд положительных особенностей по сравнению с нисходящей отработкой[1].

При восходящем порядке отработки и крепления горных выработок конструкциями, включающими металлические анкеры, прослеживаются следующие основные проблемы: попадание металлических элементов анкеров в руду и сложность их извлечения, интенсивный износ и повреждения колес погрузочно-доставочных машин и подземных автосамосвалов.

Одним из перспективных направлений в гражданском строительстве является использование вместо металлической арматуры композитной, на основе стекло- и базальтопластикового волокна.

Авторами в условиях медно-колчеданных рудников проведены испытания стеклопластиковой (АСП) и базальтопластиковой (АБП) арматуры в составе анкерной крепи. Технология крепления аналогична традиционной за исключением применения в качестве армирующего элемента не металлической арматуры, а композитной.

### Список литературы

1. Волков Ю.В., Камаев В.Д. Особенности подземной геотехнологии с восходящим порядком отработки месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2000. № 11. С. 90-92.

2. Калмыков В. Н., Волков П. В., Мещеряков Э. Ю. Разработка интегрированных технологических схем интенсивного освоения запасов приграничных зон карьеров // Комбинированная геотехнология: Комплексное освоение и сохранение недр Земли: материалы международной научно-технической конференции: сборник трудов. Екатеринбург, 22-26 июня 2009 г. Изд-во: МГТУ, 2009. С. 31-33.

3. Zubkov A.A., Volkov P.V., Kulsaitov R.V., Magitov A.M. 2020 Technology for fixing mine workings by spraying concrete in the conditions of the Ural mines// IOP Conf. Series: Earth Environ. Sci. 459 052059.

## Секция «Геология, маркшейдерское дело»

УДК 378.096:622.1

**Романько Е.А.**, канд. техн. наук,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### ЮБИЛЕЙ КАФЕДРЫ ГЕОЛОГИИ, МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА И ОБОГЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

История становления кафедры берет начало с кабинета геологии и минералогии на руднике горы Магнитной, где инженер-геолог Е.И. Каминская и первый заведующий Ф.Ф. Дульский преподавали геологические и геодезические дисциплины студентам горных специальностей, первый набор которых состоялся в сентябре 1932 года. Самостоятельный статус кафедра «Геология и полезные ископаемые» получила в феврале 1938 года, заведующим назначен инженер-геолог Б.Ф. Мещеряков [1].

С тех пор произошло много изменений, все они отразились в названии кафедры – «Геолого-минералогических наук», «Геологии и геофизики», «Геологии и геодезии», «Маркшейдерского дела и геологии», и, с 2015 г, в результате объединения с кафедрой «Обогащение полезных ископаемых» - «Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых».

В юбилей подводят итоги, что же было сделано преподавателями кафедры за время ее существования: создание геополигона «Азимут» в Абзаково, учебной базы и аудитории по геодезии, открытие Геологического музея, специальностей «География» и «Маркшейдерское дело», проведение Олимпиады по геологии среди школьников города и прилегающих территорий, научно-практической конференции «Маркшейдерское и геологическое обеспечение горных работ» [2]. На сегодня, что-то, к сожалению, утрачено, что-то требует обновления, а что-то продолжает успешно функционировать.

Кафедра осуществляет выпуск горных инженеров по специализации Маркшейдерское дело, так, с момента первого набора в 2005 году, указанную квалификацию получили свыше 330 человек, из них 50 - диплом с отличием. Стабильно высок процент трудоустройства выпускников - 80, а связывают свою судьбу с полученной профессией более 70% ребят. При этом 18 выпускников работают в должности главных маркшейдеров предприятий. А как общеобразовательная – преподаватели проводят занятия по геологии и геодезии для обучающихся институтов ГДиТ, САиИ, по минералогии – института ММиМ.

#### Список литературы

1. Кафедра маркшейдерского дела и геологии – история, успехи, проблемы, перспективы / Е.А. Горбатова, Е.А. Емельяненко, Е.В. Мальцева, С.В. Попов // Маркшейдерское и геологическое обеспечение горных работ: Сб. науч. тр. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск, гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. С.4-14.
2. Емельяненко Е.А., Романько Е.А., Горбатова Е.А. К 80-летию кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых МГТУ им. Г.И. Носова // Маркшейдерское и геологическое обеспечение горных работ: сб. науч. тр. Магнитогорск: Магнитогорский Дом печати, 2018. С.4-11.

**Ческидов В.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Савватеев А.В.**, студент,  
НИТУ «МИСиС», г. Москва, РФ

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОРОНКИ ДЕПРЕССИИ НА ЯЗЫКЕ PYTHON

Многие задачи инженерной геологии и гидрогеологии требуют обновления подходов к их решению. Построение планов, карт, графиков и разрезов в автоматизированном режиме способно в значительной степени повлиять на скорость обработки геологической информации.

Один из актуальных вопросов гидрогеологии — это определение уровня водоносного горизонта при дренировании. Естественный режим подземных вод нарушается с момента вскрытия горными или дренажными выработками первого от поверхности водоносного горизонта и начала откачки из него воды. Постепенно на площади от места откачки воды создается депрессионная воронка. Для расчетов ее величины и воздействия на окружающие породы определяются такие показатели, как статический и динамический уровни водоносного горизонта, радиус влияния дрены по площади относительно оси выработки.

В данной работе разработана методика компьютерного вычисления параметров депрессионной воронки и ее визуализации, создан алгоритм нахождения установившегося радиуса влияния, интерполяции пространственной переменной. Программа была написана на языке Python с применением различных инструментов и библиотек [2, 3, 4]. Конечная трехмерная модель воронки строится с помощью  $n$ -нога количества депрессионных кривых [1] в вертикальной плоскости с учетом поворота самой плоскости вокруг оси дренажной выработки  $n$  раз. Количество поворотов  $n$  задается в динамическом режиме и служит характеристикой точности построения и визуальной детализации воронки.

Эта разработка сокращает время, затрачиваемое геологами на построение планов и разрезов с депрессионной воронкой, а также позволяет получить наглядное графическое изображение моделируемого объекта.

### Список литературы

1. Лейбензон Л.С. Движение природных жидкостей и газов в пористой среде. Москва: 1947. С 55.
2. Python Pandas — FAQ [Электронный ресурс] URL: <https://pandas.pydata.org/> (дата обращения: 01.02.2023)
3. Python SciPy — FAQ [Электронный ресурс] URL: <https://scipy.org/>
4. Python Matplotlib — FAQ [Электронный ресурс] URL: <https://matplotlib.org/> (дата обращения: 01.02.2023)

**Хораськин И.Е.**, студент,  
НИТУ «МИСиС», г. Москва, РФ

## НЕОБХОДИМОСТЬ ВКЛЮЧЕНИЯ БЕЗРУДНЫХ ИНТЕРВАЛОВ В ВАРИОГРАММНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ ОЦЕНКЕ БЛОЧНОЙ МОДЕЛИ

В исследовании участвовало золоторудное месторождение протяженностью более 4 км в котором были выделено 28 рудных тел. Были взяты три концепции проведения анализа. В первой учитывались пробы по всему месторождению, во втором только пробы, находящиеся внутри каркасов рудных тел, в третьем по содержанию (ГКЗ). Найдя и задав при каждом случае параметры эллипсоида поиска, производилась оценка, при которой получились удивительные результаты.

При первом и втором случае, значения по тоннажу расходились на 0.05%, визуальная разница также невелика (рис. 1), а при сравнении первых двух случаев с третьим разница составила 36.8%.

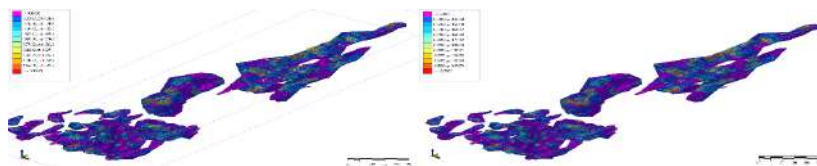


Рис. 1. Блочные модели, оцененная пробами всего месторождения (справа) и блочная модель, оценённая пробами входящие внутрь каркаса (слева)

Такой результат получился в связи с тем, что при оценке по содержаниям (ГКЗ) не использовались пробы, значения которых было меньше бортового содержания (рис. 2).

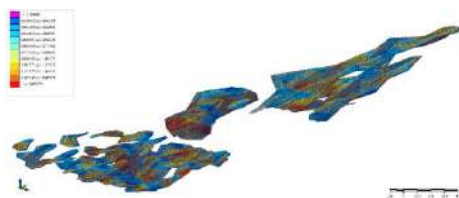


Рис. 2. Блочная модель, оцененная по содержанию (ГКЗ)

Чтобы сказать в каком случае стоит использовать значения, не входящие в каркасы, требуется провести ещё несколько исследований на других рудных месторождениях. Предполагается, что необходимость использования всех проб возникнет тогда, когда будет зависимость околорудного пространства на рудное тело.

Мальцев Е.С., студ.,

Горбатова Е.А., д-р геол.-мин. наук, проф.,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЮЖНО-УШКОТИНСКОЕ**

Южно-Ушкотинское месторождение первичных каолинов расположено в Домбаровском районе Оренбургской области. Месторождение локализуется в пределах Мугоджарской каолиновой провинции Верхнеиргизинского каолиноносного района [1].

В геологическом строении месторождения принимают участие комплекс кристаллических пород домезозойского возраста, коры выветривания мезозойского возраста и осадочные отложения неогенового и четвертичного возраста.

Среди образований домезозойского возраста развиты гранитоиды Верхнеушкотинского массива, в подчинённом количестве присутствуют мелкие линзовидные тела серпентинитов. Коры выветривания мезозойского возраста сложены продуктами разрушения гранитоидов почти сплошным чехлом покрывают кристаллические породы.

Стратиграфически выше залегают плиоценовые отложения, представленные гипсоносными глинами с бобовником бурого железняка, известковистыми стяжениями и гравийными кремнистыми зёрнами.

Современные нерасчленённые четвертичные отложения – элювиально-делювиальные и аллювиальные суглинки, супеси и песчано-глинистые материалы с дресвой и щебнем имеют повсеместное распространение.

На Южно-Ушкотинском участке, выделено пять разобщенных залежей полезной толщи, сложенной первичными каолинами зоны собственно каолинов и каолинами охристо-каолинитовой зоны коры выветривания. По морфологии залежи, представляют собой субгоризонтальные линзо-пластообразные тела с резким колебанием мощности. В тектоническом отношении площадь месторождения является весьма сложной, выделяется как древняя тектоника, так и неотектоника. По сложности геологического строения Южно-Ушкотинское месторождение соответствует второй группе месторождений глинистых пород, по запасам первичного каолина относится к крупным.

### Список литературы

1. Южно-Ушкотинское месторождение элювиальных каолинов на Юго-Востоке Оренбургской области / Горбачев Б.Ф., Шарапов А.Ф., Лядский П.В., Шмельков Н.Т. // Литология и полезные ископаемые. Вып. 5. 2004. С.476-490.
2. Оценочные работы на Южно-Ушкотинском проявлении первичных (элювиальных) каолинов в Домбаровском районе Оренбургской области в 1999-2001. Отчет Орской партии за 2001 г.: рукопись / Шмельков Н.Т., Горбачев Б.Ф. [и др.]. Неженское, 2001.

**Колкова М.С.**, канд. геол.-мин. наук, ст. преп.,  
**Захарова Т.Н.**, студ.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИЕРАРХИЯ ШЛАКОВ ПО УСЛОЖНЕНИЮ ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНОГО РИСУНКА**

Текстурно-структурные характеристики шлака зависят от их генезиса, условий охлаждения и хранения. При медленном охлаждении шлаковые расплавы дают полнокристаллические структуры, а при быстром застывании из них получают скрытокристаллические, нераскристаллизованные по типу твердых сплавов, стеклосодержащие и стекловатые структуры.

Текстурно-структурные признаки шлаков являются важнейшим фактором, который напрямую связан с качеством раскрытия микроагрегатов шлака в процессе переработки. На эффективность раскрытия агрегатов оказывает существенное влияние морфологический тип текстуры и типы сростаний рудных и нерудных агрегатов. С точки зрения эффективности процесса обогащения благоприятным являются наличие субидiomорфных, с правильной формой сростания зерен и ровными границами сростаний и ксеноморфных имеющих криволинейные границы сростаний выделений. Менее благоприятными считаются пойкилитовые (зерна одного минерала наблюдаются в виде включений в другом) и мirmekитоподобные (зерна тесно сростаются между собой). Самыми сложными считаются структуры замещения (сложные сростания, обусловленные замещением минералов) и катакlastические (срастающиеся зерна и агрегаты, характеризуются различной степенью дробления и сложными взаимоотношениями). На основании выше сказанного на примере шлаков комбинатов «Североникель» и «Печенганикель», ванадиевого шлака Нижнетагильского металлургического комбината (НТМК), шлаки ММК определена иерархия шлаков по усложнению текстурно-структурного рисунка от простого к сложному: Первая группа – легкообогащаемые, для них характерна полнокристаллическая однофазная структура с преобладанием ксеноморфных зерен, границы сростаний криволинейные, извилистые иногда зубчатые, присутствуют обособленные фазы с четкими ровными границами. Единично присутствуют субидiomорфные зерна, с правильной формой сростания зерен. С позиции обогащения раскрытие таких микроагрегатов будет осуществляться хорошо. Вторая группа, среднеобогащаемые для них характерна полнокристаллической равномерной структурой, наличие эвтектических структур и присутствие ганита в виде каймы вокруг рудных выделений. Третья группа – труднообогащаемый шлак характеризуется наличием сложных скрытокристаллических структур, присутствие структур распада твердых растворов, структур замещения элементов в кристаллической структуре минералов в виде каемок на периферии рудных зерен. Такие труднообогащаемые шлаки, получены в результате шахтной плавки, быстро охлаждены, нераскристаллизованные, лежалые. Достичь хорошего разделения в процессе обогащения будет достаточно сложно.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, соглашение 22-27-00526.*

**Литвиненко Н.В.**, ст. преподаватель,

**Савчик Д.И.**, студент,

**Маврин И.Д.**, студент,

**Идрисов А.Ф.**, студент,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **О ТОЧНОСТИ СОЗДАНИЯ ПОДЗЕМНОЙ МАРКШЕЙДЕРСКОЙ СЪЕМОЧНОЙ СЕТИ ОПРЕДЕЛЕНИЕМ КООРДИНАТ СТАНЦИЙ МЕТОДОМ ОБРАТНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЗАСЕЧКИ**

Маркшейдерские подземные съемочные сети являются основой для съемки подземных горных выработок. Ввиду особенностей выполнения маркшейдерских работ в подземных условиях – неблагоприятных условий для выполнения угловых и линейных измерений (запыленность, стесненность, обводненность, слабая освещенность, воздействие воздушных вентиляционных потоков, помехи работы транспорта и оборудования и др.); небольшого числа исходных данных; небольшого выбора формы сети из-за конфигурации и размеров горных выработок; создание съемочных сетей выполняют в основном способом проложения теодолитных ходов. Теодолитные ходы опираются на пункты подземной маркшейдерской опорной сети и могут быть замкнутыми, разомкнутыми и всяческими.

Применение современных электронных тахеометров при создании подземных маркшейдерских сетей позволяет определять координаты станции и ориентировать прибор способом обратной геодезической засечки, при этом закладка пунктов съемочной сети осуществляется в борта выработок, что является менее трудоемким процессом, чем закладка пунктов съемочной сети в кровлю выработок, не требует применения горнопроходческой техники и оборудования и может выполняться собственными силами маркшейдерской службы. При этом уход от закладки пунктов съемочной сети в кровле выработки исключает влияние ошибки центрирования электронного тахеометра и сигналов при создании съемочной сети. Координирование пунктов съемочной сети выполняется полярным способом при двух положениях вертикального круга со станции, координаты которой определяются обратной геодезической засечкой от пунктов, координаты которых были определены таким же способом ранее.

В работе произведено создание подземной маркшейдерской съемочной сети определением координат станции методом обратной геодезической засечки в условной подземной горной выработке (коридор южного корпуса МГТУ им. Г. И. Носова). Линейные и угловые измерения выполнены электронным тахеометром TOPCON ES105 с регистрацией данных во внутреннюю память прибора. Обработка результатов измерений выполнена в программном комплексе CREDO DAT, произведена оценка и сравнение точности создания подземной маркшейдерской съемочной сети предложенным способом и способом проложения теодолитного хода.

**Литвиненко Н.В.**, ст. преподаватель,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВЛИЯНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ НА ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА РУДНОГО СКЛАДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С ПОМОЩЬЮ БПЛА**

Определение остатков руды на складах является важной производственной задачей маркшейдерской службы, выполняемой ежемесячно с целью достоверного учета добычи.

В настоящее время широкое распространение для выполнения маркшейдерских съемок получил аэрофотограмметрический способ съемки с помощью БПЛА, ввиду его относительной доступности, эффективности и безопасности выполнения работ.

Съемка складов полезных ископаемых аэрофотограмметрическим способом в зависимости от наклона оптической оси камеры может быть плановой, перспективной и комбинированной. В зависимости от способа привязки аэрофотосъемки (т.е. приведения результатов съемки в систему координат и высот, применяемую на предприятии) может быть «классической» (внешнее ориентирование модели осуществляется по опознавательным знакам, заложенным и закоординированным до выполнения аэрофотосъемочных работ), РРК (Post Processing Kinematic) – кинематический режим с постобработкой (внешнее ориентирование модели осуществляется по координатам центров снимков, полученных в результате постобработки данных), РТК (Real Time Kinematic) – кинематика в реальном времени (внешнее ориентирование модели осуществляется по координатам центров снимков, полученных в реальном времени при выполнении аэрофотосъемочных работ).

Оптимизацию измерения высоты при выполнении аэрофотосъемки можно выполнить несколькими способами. Первый способ заключается в закладке дополнительного опознавательного знака на верхней площадке склада. Второй способ заключается в выполнении серии перспективных снимков после завершения маршрута плановой аэрофотосъемки склада в РРК или РТК режиме.

В работе рассмотрено влияние оптимизации измерения высоты на погрешность определения объема рудного склада при выполнении аэрофотосъемки с помощью БПЛА на примере карьерного перегрузочного штабельного одностороннего и временного перегрузочного прикарьерного складов. Для временного перегрузочного прикарьерного склада была выполнена съемка с оптимизацией измерения высоты по первому способу, а для карьерного перегрузочного штабельного одностороннего склада по второму. По каждому складу выполнена фотограмметрическая обработка, построены цифровые модели складов и определены их объемы в двух вариантах с учетом оптимизации измерения высоты и без нее. Погрешность определения объема с учетом оптимизации измерения высоты и без неё для карьерного перегрузочного штабельного одностороннего склада составила 2,5% и 6,3% для временного перегрузочного прикарьерного склада.



**Павлова И.Е.**, ассистент

**Старокожев Н.О.**, студ.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» г. Магнитогорск, РФ

## **ОБРАБОТКА ДАННЫХ ОБЛАКОВ ТОЧЕК В ГГИС MICROMINE ПРИ СЪЕМКЕ ОЧИСТНЫХ ПРОСТРАНСТВ МОБИЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ**

На горнодобывающих предприятиях одной из задач маркшейдерской службы является учет выполненных объемов горных работ, определения потерь и разубоживания полезного ископаемого [1].

Современной тенденцией и необходимостью является использование современных сканирующих систем для сложных и опасных работ. Сканирующая система позволяет обеспечить безопасность выполнения съемок, точность и надежность результатов измерений, возможность моделирования объектов горного производства с целью решения на их основе ряда задач, в том числе задач планирования и учета выполненных объемов горных работ [2].

Одним из перспективных направлений в обеспечении качества решения горно-геометрических задач при проектировании и планировании горных работ на основе создания трехмерных моделей объектов горной технологии является применение горно-геологической информационной системы – ГГИС Micromine.

На основе результатов маркшейдерской съемки рассмотрены способы моделирования очистных пространств в среде горно-геологической информационной системы Micromine, с учетом особенности предварительной обработки.

Для учета выполненных объемов горных работ необходимо создать каркасные модели на основе данных мобильной сканирующей системы. Полученными данными являются облака точек, которые необходимо обработать перед созданием из них солида (объемного каркаса).

### Список литературы

1. Ершов В.В. Геолого-маркшейдерское обеспечение управления качеством руд. М. : Недра, 1986. 261 с.
2. Букринский В.А. Геометрия недр. Изд. 4-е. 2016. 550 с.

**Павлова И.Е.**, ассистент

**Соколов И.И.**, студ.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» г. Магнитогорск, РФ

## **ОБОСНОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОСТОЧНОГО ОТВАЛА МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАЛЫЙ КУЙБАС**

Изменение параметров устойчивых отвалов является важной задачей, от успешного решения которой зависят технико-экономические показатели работы предприятия, рациональное использование недр, охрана недр и окружающей среды.

Руководством ПАО «ММК» принято решение о продлении отработки запасов карьера месторождения Малый Куйбас до середины 2025 года, в связи с чем возникает вопрос о размещении попутной вскрыши в существующих отвалах.

Увеличение емкостей отвалов возможно, либо за счет увеличения площадей, занимаемых отвалами, что приведет к отчуждению сельскохозяйственных угодий, либо за счет увеличения высоты сооружений, что может привести к потере их устойчивости и деформациям. Оба варианта увеличения емкостей отвалов приведут к дополнительным экономическим затратам. Кроме того, на Восточном отвале ярко выражены деформации, причиной которых является наличие слабого наклонного основания, представленного глинистыми породами, мощность которых достигает 40 м. Что подтверждает необходимость исследования изменений параметров указанного отвала [2].

Для размещения дополнительных объемов вскрышных пород на Восточном отвале в границах действующего земельного отвода, было выполнено определение параметров профиля отвала, обеспечивающего его устойчивость. Критерием оценки является коэффициент запаса устойчивости (КЗУ). Нормативный КЗУ для отвалов составляет 1,3 [1].

Для предотвращения дальнейших деформаций отвала и создания возможности дополнительного размещения в нем вскрышных пород было предложено два варианта размещения дополнительного объема вскрышных пород в Восточном отвале. Для применения выбран вариант с наибольшим объемом размещения вскрышных пород – формирование отвала двумя ярусами высотой 10 м и двумя ярусами высотой 20 м, тем самым будет обеспечена устойчивость и увеличена емкость Восточного отвала на месторождении «Малый Куйбас».

### Список литературы

1. "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов". Приказ Ростехнадзора от 13.11.2020 N 439. (Зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2020 N 61603).
2. Макаров А. Б. Практическая геомеханика. М.: Горная книга, 2006. 380 с.

**Романько Е.А.**, канд. техн. наук, доц.

**Павлова И.Е.**, ассистент

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ РУДЫ ПРИ ОТРАБОТКЕ НОВО-МАКАНСКОГО УЧАСТКА АО «БУРИБАЕВСКИЙ ГОК»**

АО «Бурибаевский ГОК» разрабатывает медно-колчеданные залежи подземным способом. Основной системой разработки при освоении запасов Ново-Маканского участка является этажно-камерная с донным выпуском руды. В настоящее время на предприятии фиксируется рост величины разубоживания. Соответственно актуальной является задача по разработке классификации видов потерь и разубоживания с дальнейшей оптимизацией их величин.

Классификация потерь и разубоживания разрабатывается на основе анализа опыта отработки запасов применяемыми системами разработки в условиях конкретного месторождения, за счет углубленного изучения процесса освоения указанного месторождения и аналогичных, а также теории донного выпуска руды, позволяет выявить места их формирования и разработать мероприятия по оптимизации их величины.

Так, согласно техническому проекту на разработку запасов месторождения для данного участка предусмотрены следующие виды потерь и разубоживания руды: потери руды от примешивания пород из-за сложности контакта руд и вмещающих пород, в углах камер за счет несрабатывания концов скважин, в гребнях между дучками, при транспортировке, разубоживание при выпуске руды на контакте с ранее отработанными на данном горизонте и обрушенными блоками, и при выпуске под обрушенными налегающими породами.

Основным источником разубоживания являются вмещающие породы представленные серицит-хлорит-кварцевыми метасоматитами, склонными к внезапному обрушению при контакте с воздухом, следовательно, кроме выявления основных видов потерь и разубоживания необходима разработка возможных технических решений для повышения устойчивости этих пород или уменьшению вовлечения их в процесс примешивания к отбитой руде.

**Романько Е.А.**, канд. техн. наук, доц.

**Готфрид Д.А.**, студент

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

**Тявин Т.Ю.**, гл. маркшейдер,

**Абдуллин Р.З.**, гл.геолог

ПАО «ММК» г. Магнитогорск, РФ

## **О РАЗРАБОТКЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ГОРНТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

Согласно требованиям законодательства РФ разработаны и введены в действие ФНиП «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов» (Приказ Ростехнадзора № 439 от 13.11.2020). Одним из основных требований которого является разработка геомеханической модели для всех предприятий с объемом разработки горной массы более 1 млн.м<sup>3</sup> и более, а также предприятий, осуществляющих отработку запасов залежей комбинированной геотехнологией. Кроме того, геомеханическая модель может быть разработана как в плоском, так и в объемном виде.

При разработке геомеханических моделей одним из важных этапов, влияющих на качество получаемых результатов, является сбор исходных данных: проведение инженерно-геологических и гидрогеологических исследований, выявление действующих напряжений в массиве, а также детальная геолого-структурная оценка массива.

Для создания объемной геомеханической модели могут применяться ГИС, позволяющие осуществить детальную визуализацию объекта с созданием каркасных и блочных моделей. К ним можно отнести как зарубежные Micromine, Surpac, так и отечественное – Геомикс. Последнее, с учетом тенденции на импортозамещение, более привлекательно.

Формирование геолого-структурной модели объекта основывается на детальном изучении природной и техногенной нарушенности массива. Существуют два варианта для получения исходной информации – либо обработка существующей полевой геологической информации о картировании трещин, с последующим составлением диаграмм трещиноватостей, либо путем детальной видовой съемки откосов бортов и уступов карьеров (разрезов) с применением БПЛА и последующей обработки полученного облака точек в ГИС Геомикс. Последний способ позволит существенно сократить время съемки и обработки, обеспечить безопасность выполнения съемок, получить обратным расчетом физико-механические свойства массива по поверхностям ослабления, и осуществить оценку их влияния на устойчивость уступа и борта.

Таким образом, для получения качественной геомеханической модели необходим учет всех ранее перечисленных исходных данных и факторов.

**Квиринг Р.Э.**, студ.,

**Колкова М.С.**, канд. геол.-мин. наук, ст. преп.,

**Горбатова Е.А.**, д-р геол.-мин. наук, проф.,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ КАОЛИНОВ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ИХ КАЧЕСТВА**

Каолины – глинистые породы, состоящие преимущественно из минералов группы каолинита (каолинит, галлуазит, диккит) с примесью кварца, калиевого полевого шпата, мусковита, монтмориллонита, а также железа и титан содержащих минералов. Каолины используются в промышленности как в природном (каолин-сырец), так и обогащенном виде в зависимости от их минералоготехнологических особенностей [1].

Опережающие минералогические исследования, сконцентрированы на изучение структурных особенностей каолинов, их химического и минерального составов и технологических свойств, определяющих выбор сферы дальнейшего использования. [2].

Для получения данной информации используется комплекс минералогическо-аналитических методов, включающий оптическую микроскопию, рентгеноструктурный, термографический, энерго-эмиссионный, магнитный анализы, выполняемые по методикам, утвержденным научными советами по минералогическим и аналитическим методам исследования (НСОММИ, НСАМ).

Каолины, которые намечаются использовать для производства всех видов керамических изделий или огнеупоров, подвергаются сокращенным керамическим испытаниям для оценки их пригодности в качестве керамического сырья. В каолинах, используемых в огнеупорной промышленности, определяется огнеупорность и водопоглощение, полное водосодержание, воздушная усадка и кажущаяся плотность образцов, обожженных на контрольную температуру, а в каолинах для производства керамических изделий – дисперсность, пластичность, механическая прочность в воздушно-сухом состоянии, температура спекания [2].

### Список литературы

1. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Каолин. – 2007
2. Оценочные работы на Южно-Ушкотинском проявлении первичных (элювиальных) каолинов в Домбаровском районе Оренбургской области в 1999-2001. Отчет Орской партии за 2001 г.: рукопись / Шмельков Н.Т., Горбачев Б.Ф. [и др.]. Неженское, 2001.

**Лебедев В.С.**, студ.,  
**Колкова М.С.**, канд. геол.-мин. наук, ст. преп.,  
**Горбатова Е.А.**, д-р геол.-мин. наук, проф.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОСТОЯНИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КАОЛИНОВ ЮЖНОГО УРАЛА**

Каолин является важнейшим неметаллическим сырьём, широко применяющимся в бумажной, керамической, резиновой промышленности, производстве огнеупоров и др. Основной объём получаемого каолина используется при изготовлении керамики и в бумажной промышленности.

Ведущими производителями каолина в мире являются США, Чехия и Германия. Распад СССР привел к значительному сокращению сырьевой базы промышленности России, исключением не стала и МСБ каолина. Основные месторождения каолиновых глин сосредоточены на Украине, территории Узбекистана и Казахстана. Согласно экспертным оценкам в настоящее время доля России в мировых запасах каолинового сырья составляет не более 3% [1].

На территории России добыча каолина ведется в небольших масштабах и не обеспечивает потребность промышленности. Основной спрос приходится на обогащенный каолин. Производство обогащенного каолина в РФ ведется только на трех предприятиях, расположенных на территории Челябинской области (АО Новокаолиновый ГОК", ООО "Пласт-Рифей", ООО "Кыштымский каолин"). Данные предприятия производят 150 тыс. тонн обогащенного каолина при общей потребности промышленности в 650- 700 тыс. тонн в год.

Исторически сложилось, что дефицит каолинового сырья компенсировался импортными поставками (преимущественно из Украины). В настоящее время актуально укрепление отечественной МСБ каолина для обеспечения собственными каолиновыми продуктами.

Крупные месторождения, находящиеся на территории Южного Урала, относятся к Урало-Мугоджарской каолиноносной провинции. Она занимает часть Оренбургской области и ограничена с севера границей с Челябинской областью, а с юга и востока границей с Казахстаном.

В пределах Мугоджарской субпровинции выделено 6 каолиноносных районов, из которых наиболее изучены Ушкотинский и Текельдыгауский [2].

### Список литературы

1. Горбачев Б.Ф., Красникова Е.В., Состояние и возможные пути развития сырьевой базы каолинов, огнеупорных и тугоплавких глин в Российской Федерации // Керамические строительные материалы. Вып. 2. 2015. С.6-16.
2. Горбачев Б.Ф., Васянов Г.П., Красникова Е.В., Каолины Орского Зауралья – сырьевая база для формирования в Приволжском федеральном округе специализированного горнопромышленного комплекса // Георесурсы. Вып. 4. 2015. С.25-32.

## **Секция «Обогащение полезных ископаемых и переработка техногенного сырья»**

УДК 622.765

**Хтет Зо У**, аспирант,  
НИТУ «МИСиС», г. Москва, РФ

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СМЕСИ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ МОДИФИКАТОРОВ И ВРЕМЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ НА ПРОЦЕСС ФЛОТАЦИИ МЕДНО-ЦИНКОВЫХ КОЛЧЕДАНЫХ РУД**

В РФ медно-цинковые руды являются в основном колчеданными и перерабатываются на нескольких обогатительных фабриках Урала. Эти руды различаются по минеральному составу, характеру вкрапленности ценных минералов, содержанию меди, цинка и серы, и их соотношением. Для колчеданных медно-цинковых руд характерно преобладание сульфидов железа, суммарное содержание которых может достигать 90 %.

Основополагающая проблема этих руд, заключается в близости флотационных свойств сульфидов меди, цинка и железа, наряду со сложностью их вещественного состава и характером вкрапленности. Эти свойства медно-цинковых руд служат причиной выбора практически единственного из наиболее эффективных метода обогащения, а именно флотацию и использования развитой номенклатуры флотационных реагентов при их флотации. Этим обусловлена необходимость детального изучения действия смеси металлосодержащих модификаторов на флотацию медно-цинковых руд, чтобы предложить эффективный режим модификаторов для флотации этих данных руд.

Исследования по изучению влияния смеси металлосодержащих модификаторов и времени измельчения на процесс флотации медно-цинковых колчеданных руд проводились на кафедре «Обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья» Горного института Национального исследовательского технологического университета «МИСиС». Исследование флотации медно-цинковых руд проводили по технологической схеме, которая включает:

- измельчение руды до крупности минус 74 мкм больше 80 %;
- медную флотацию;
- медно-цинковую флотацию.

Полученные пенный и камерный продукты после флотационных опытов высушили, взвешивали и подвергали химическому анализу. После чего на рентгено-флуоресцентном спектрометре ElvaX проводилось определение массовых содержаний в каждом продукте меди, цинка и железа.

Рассмотрено изучение возможности повышения селективности флотационного разделения сульфидов меди, цинка и железа смесями металлосодержащих модификаторов – железного купороса и цинкового купороса с применением бутилового ксантогената калия. Проведено изучение действия указанных реагентов на флотацию медно-цинковых руд при их различных расходах и pH. Установлено влияние времени измельчения на технологические показатели флотации медно-цинковых руд. Приведены результаты исследований кинетики флотации сульфидных минералов композициями указанных модификаторов.

Булекова Г.Х., студ.  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## БОГАЩЕНИЕ ХРОМОВЫХ ХВОСТОВ ФЛОТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Объектом исследования являются лежалые шламовые хвосты переработки хромовых руд на Донском ГОКе. В настоящее время на Донском ГОКе флотационный метод обогащения не применяется.

В ряде стран Африки, Америки и Европы флотационное обогащение хромовых руд нашло промышленное применение. Флотационные свойства хромшпинелида близки к флотационным свойствам оксидов железа, и он хорошо флотируется в кислой и щелочных средах. При прямой анионной флотации хромшпинелида для депрессии основных минералов пустой породы (серпентина и оливина) в кислой среде используются фтористый и кремнефтористый натрий, а в щелочной среде - КМЦ, сульфитцеллюлозные щёлки и жидкое стекло. Эффективными собирателями хромшпинелида являются карбоновые кислоты, алкилсульфонаты, алкиламины, сырое таловое масло. В качестве дополнительных собирателей используют аполярные масла. Активаторами являются фосфорно молибденовая и фосфорно-вольфрамовая кислоты. При наличии в руде кальцита дополнительно подают гексаметафосфат натрия. Также возможна обратная флотация с переводом в пенный продукт оливина. Обратную катионную флотацию минералов породы проводят после предварительного обесшламливания в сильнощелочной среде (рН больше 12) с применением в качестве собирателей первичных алифатических аминов.

Флотацию шламовых хвостов Донского ГОКа проводили на различных продуктах гравитационного обогащения. Схема обогащения включала основную, контрольную и перечистную флотации. Расход реагентов составил: кремнефтористого натрия – 300 г/т; серной кислоты 400 г/т; керосина – 300 г/т; флона – 150 г/т. Получили следующие технологические показатели: выход концентрата – 51,69% (от исходных шламовых хвостов 20,49%); массовая доля  $Cr_2O_3$  в концентрате – 47,89%; выход суммарных хвостов – 48,31 % от операции (от исходных шламовых хвостов 19,16%); массовая доля  $Cr_2O_3$  в хвостах – 4,53%;

Далее были проведены исследования по оптимизации технологии флотационного обогащения. Опыты проводили на пробе исходных хвостов крупностью - 0,2 + 0,044 мм (песковая флотация) и - 0,044 мм (шламовая флотация). Содержание твердого в пульпе в песковой флотации составило 30 %, в шламовой – 20%, рН пульпы - 6.

В результате экспериментальных исследований был получен зернистый концентрат с содержанием оксида хрома  $Cr_2O_3$  – 44,08%, шламовый концентрат с содержанием  $Cr_2O_3$  – 37,60%, хвосты с содержанием  $Cr_2O_3$  – 10,57% и 6,62% соответственно.

Таким образом, эксперименты показали, что полученные концентраты требуют дальнейшей доработки с целью повышения качества. Флотационное обогащение тонкозернистого хромита возможно, но для получения более высоких показателей требуется обесшламливание продукта по классу минус 0,03 мм (в этом классе видимых зерен хромита не наблюдается).



**Горлова О.Е.**, д-р техн. наук, доц., проф.,  
**Захарова Т.Н.**, студент,  
**Лебедев В.С.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Колодежная Е.В.**, канд. техн. наук, инженер-исследователь,  
ЗАО «Урал Омега», г. Магнитогорск, РФ

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ В ШЛАКАХ**

При определении массовой доли железа общего в шлаках черной металлургии по действующим на предприятиях ТУ часто получаются заниженные результаты для фракций менее 20 мм и несколько завышенные результаты для крупных фракций более 20 мм. Это может быть обусловлено как неоднородностью проб исходного материала, так и, в большей степени, зависимостью получаемых результатов от применяемого в лабораториях оборудования и параметров его работы (тип измельчителя, скорость вращения, амплитуда колебаний стаканчика).

Поэтому возникла необходимость в разработке уточненной методика оценки содержания металлических частиц в доменном присаде для фракций более 20 мм. Доменным присадом называется полуфабрикаты металлосодержащих продуктов, образующиеся на шлакоперерабатывающих установках при сортировке и магнитной сепарации шлаков АО «Уральская Сталь».

По методике, приведенной в ТУ 0783-001-36362871-2014, отобранные магнитные включения считаются практически полностью состоящими из металлического железа, однако при анализе магнитных фракций в пробах полуфабрикатов металлосодержащих продуктов из доменных шлаков фракции 0-65 мм и из мартеновских шлаков фракции 8-50 мм наблюдалась зашлакованность выделяемых при магнитном анализе кусков.

Для оценки содержания железа общего в металлосодержащей продукции крупностью более 20 мм разработана уточненная методика, в которой осуществляется последовательное выделение металла на сетках с уменьшающимся размером ячейки при грохочении дробленого материала. При стадийном дроблении металловключения очищаются от шлаковой части и их масса может быть определена более корректно.

По предложенной методике было рассчитано общее количество металловключений и содержание железа общего в металлосодержащей продукции фракций 8–50 мм и 0–65 мм. Так, для фракции 8–50 мм  $MV_{\text{общ}}$  составило 59,7%, при содержании железа общего 57,5%, а для фракции 0–65 мм  $MV_{\text{общ}}$  составило 28,1% при содержании  $Fe_{\text{общ}}$  31,0%.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, соглашение № 22-27-00526.*

**Горлова О.Е.**, д-р техн. наук, доц., проф.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Колодежная Е.В.**, канд. техн. наук, инженер-исследователь,  
ЗАО «Урал Омега», г. Магнитогорск, РФ

## **СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СПОСОБОВ РАЗРУШЕНИЯ ШЛАКОВ ПО КРИТЕРИЯМ СЕЛЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

Металлургические шлаки, получаемые при пирометаллургической переработке концентратов черных и цветных металлов, представляют собой основной попутный наиболее крупнотоннажный отход при производстве металлов, но и в то же время перспективный источник сырья для повторной переработки. Промышленная переработка текущих и лежалых шлаков организована на многих предприятиях в России, Казахстане, Узбекистане, Японии, Финляндии и др. Поэтому задача непрерывного повышения технологической эффективности и экологической безопасности переработки шлаков является актуальной.

Как показали проведенные ранее исследования, шлаки имеют многофазный состав, неоднородное строение и характеризуются наличием сложных структур срастания рудных и шлаковых фаз, что обусловлено неравновесными условиями их образования в высокотемпературных металлургических процессах. Поэтому показатели извлечения ценных компонентов из шлаков цветных металлов флотацией, а из шлаков черной металлургии – магнитной сепарацией непосредственно связаны со способом их разрушения, с тем насколько полно и селективно произойдет раскрытие фаз шлака при подготовке их к утилизации.

Целью проводимых исследований было проведение анализа селективности и энергоэффективности дробления и измельчения шлаков в традиционно используемых аппаратах (щековые и конусные дробилки, мельницы шаровые), реализующих принцип разрушения преимущественно сжатием, раскалыванием и истиранием, и в аппаратах ударного действия (центробежно-ударные дробилки и мельницы, молотковые дробилки). Для этого будут приведены результаты гранулометрического состава и распределения ценных компонентов по классам крупности и обогащения шлаков различного генезиса, предварительно подготовленных к их глубокой переработке различными способами дробления/измельчения, и проведена оценка влияния способа разрушения шлаков на показатели технологической эффективности их переработки.

При выборе аппарата для дезинтеграции сложноструктурного техногенного сырья, такого как металлургические шлаки, энергоемкость технологических переделов зачастую имеет определяющее значение. Поэтому будет проведена систематизация рассматриваемых аппаратов по критерию энергоэффективности и даны рекомендации по использованию наименее энергоемких процессов разрушения, обеспечивающих при этом более высокие показатели переработки шлаков.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, соглашение № 22-27-00526.*

Глаголева И.В., ст. преп.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ПУЛЬПЫ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РЕАГЕНТНОГО РЕЖИМА ФЛОТАЦИИ МЕДИСТОГО КЛИНКЕРА

Анализ состава водной вытяжки из клинкера вельцевания позволяет предполагать, что одной из причин низкого извлечения меди при флотации является высокое содержание в ней ионорастворенного железа. Основные железосодержащие минералы фазы клинкера являются нерастворимыми в воде. Однако изменение дисперсности и отклонение показателей жидкой фазы от нейтральных значений способствуют переходу в пульпу ионов железа. В результате образуются пленки гидроксида железа на минеральных поверхностях, формируются гидроксоокисные соединения  $\text{Fe}(\text{OH})^+$ , комплексообразующие ксантогенат  $[\text{Fe}(\text{OH})\text{X}]\text{X}^-$ . Всё это снижает показатели флотации.

Выявление вышеописанных эффектов и исследование влияния на них изменения реagenтного режима сульфидной флотации клинкера, проводились с применением методов электрохимического контроля параметров пульпы.

Построение диагностической диаграммы зависимости между потенциалами аргентитового и платинового электродов позволило установить наличие в пульпе гидроксокомплексных соединений железа  $\text{Fe}(\text{OH})^+$ .

На основании собранной априорной информации, для уменьшения действия ионов железа и его продуктов в пульпе и на поверхности минералов при флотации выбран реагент - фтористый силикат натрия. Проведена диагностика влияния подачи реагента на образование железоксантогенатных комплексов.

Подача фторсиликата натрия в начале кондиционирования пульпы, а затем восстановителя пиросульфата натрия, приводит к сближению потенциалов платинового и аргентитового электродов.

После ввода собирателя в пульпу модифицированную фторсиликатом и азацией наблюдаются пики на кривой аргентитового электрода и последующий рост его значений в более отрицательную область. Значение  $\Delta pS$  до момента подачи собирателя за период кондиционирования изменилось, показав тенденцию приближения к линии  $E_{\text{Ag}2\text{S}} = -208 + E_{\text{Pt}}$  (мВ), что может трактоваться как снижение ионов железа в пульпе.

После подготовки пульпы подачей фторсиликата принципиально изменилась кинетика изменения потенциалов пленочного мембранного EM электрода и не наблюдается интенсивного поглощения анионов собирателя в пульпе. Диагностируемая зависимость имеет прямолинейный вид и описывается уравнением  $y = 0,5707x - 247,45$  ( $R^2 = 0,9657$ ), что наиболее близко к зависимости нормального поглощения собирателя  $E_{\text{Ag}2\text{S}} = 0,9559 \times E_{\text{EM}} - 180,51$ .

**Гришин И.А.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО КАОЛИНОВОГО СЫРЬЯ**

Предприятиям в настоящее время экономически не выгодно вовлекать в переработку низкосортное глиноземсодержащее сырье. Однако снижение запасов качественного сырья вынуждает ГОКи проводить исследования по глубокой мокрой переработке каолинов, в том числе и из техногенных образований - шламохранилищ действующих предприятий.

На исследования по кондиционированию каолинового сырья были отобраны пробы каолиновой глины из шламохранилища действующего предприятия. Пробы - типичная каолиновая глина бело-голубого и бело-кремового цвета.

Основные нормируемые показатели для товарного продукта из каолиновых глин – содержание класса крупности -63 мкм, белизна и влажность.

Предварительно было установлено содержание класса крупности -50 мкм. Данный класс был выбран в качестве граничного при классификации на гидроциклоне. Седиментационный анализ производился с добавлением жидкого стекла для диспергации тонких частиц. По результатам общее среднее содержание класса -50 мкм – 91,9%, что позволяет сделать вывод о незначительном запесочивании проб.

Для определения минерального состава полученных продуктов проводился анализ на дифрактометре SHIMADZU XRD-6000, Cu-анод, графитовый монохроматор; расчет содержаний проведен в программном продукте SIROQUANT V4. Массовая доля каолина в пробах составила 90 – 94%.

Разделение проб проводилось на лабораторном гидроциклоне со следующими конструктивными параметрами: диаметр цилиндрической части 60 мм, угол конусности 150, разгрузочное отношение 0,62. Давление пульпы на входе в гидроциклон оставалось постоянным – 0,12 МПа. Переменным параметром являлась разжиженность исходного питания, которая менялась от 9 до 4. По результатам опытов наиболее оптимальное процентное содержание твердого в исходной пульпе составило 15%. Анализ сливов гидроциклона проводился седиментационным методом и также определялся минеральный состав. Результаты анализа свидетельствуют о разделении исходного питания по крупности, существенной разницы в минеральном составе не наблюдалось. Следовательно, повышать качество товарного продукта за счет удаления кварца и слюды нецелесообразно.

В качестве технологии получения товарного продукта из шламов предлагается принять две операции – классификацию на гидроциклонах и обезвоживание слива гидроциклонов на фильтр-прессах.

По результатам полупромышленных опытов выход кондиционного товарного продукта (слива) составил 54%, содержание класса -20 мкм в нём – 70%, белизна R457 – 85%.

Дегодя Е.Ю., канд. техн. наук, доц.,

Гмызина Н.В., канд. техн. наук, доц.,

Гаркуша А.В., студ.

Анисимова В.Е., студ.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО, ХИМИЧЕСКОГО И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВОВ ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ**

Флотационные обогатительные фабрики Южного Урала перерабатывают медьсодержащие руды, отличающиеся вещественным составом, структурно-текстурными особенностями и физико-механическими свойствами. В результате обогатительного передела получают медный и цинковый концентраты. К отходам обогатительного производства относятся хвосты обогащения, содержащие цветные металлы и являющиеся потенциальным вторичным техногенным сырьем.

Для разработки технологии вовлечения техногенного сырья в эффективную промышленную эксплуатацию были проведены исследования вещественного, химического и гранулометрического составов и технологических свойств лежалых хвостов флотационной фабрики.

Выполненные ситовый и седиментационный анализы при определении гранулометрического состава показали, что лежалые хвосты фабрики являются тонкоизмельченным сырьем, при этом основная масса анализируемой пробы представлена частицами  $-0,040+0$  мм и составляет 76,22 %, а класс крупности  $+0,1$  мм более 16% от общей массы хвостов, средний медианный размер зерен находится в пределах 52 мкм. Результаты гранулометрического состава позволяют классифицировать лежалые хвосты обогащения как техногенные алевриты.

Рентгенодифракционный анализ исследуемой пробы показал преимущественно пиритный состав, при этом пирита в пробе содержится около 48%. Доля породных минералов составляет 52%, в которых преобладают кварц, плагиоклаз и роценит. Обнаружены следы сульфидов меди и цинка, что позволяет сделать вывод о их разложении предположительно до сульфатов в результате выветривания в слоях хвостохранилища. Результаты химического анализа показали, что более 79% меди, цинка, свинца и железа преимущественно сосредоточены в классе  $-0,044+0$  мм. При этом золота и серебра на данный класс крупности приходится более 90 %. Проведенные исследования хвостов свидетельствуют о снижении содержания ценных компонентов за счет природного выщелачивания металлов по мере хранения и миграции в окружающую среду.

Дегодя Е.Ю., канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

Имекшова М.А., асп.

Серик Ж.С., асп.

Донской ГОК – филиал АО «ТНК «Казхром», г. Хромтау, Казахстан

## РАЗРАБОТКА ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ШЛАМОВЫХ ХВОСТОВ ДОНСКОГО ГОКа

Технология обогащения хромовых руд Южно-Кемпирсайского месторождения на Донском ГОКе предусматривает обогащение крупных и мелких классов по развернутой гравитационной схеме с применением процессов отсадки, тяже-лосредной и винтовой сепараций. В настоящее время актуальной задачей на предприятии является дообогащение текущих и лежалых шламовых хвостов.

Результаты гранулометрического и химического анализов шламовых хвостов показывают высокую массовую долю оксида хрома  $\beta=44,4\%$  в классе  $-0,071$  мм (табл.). Выявлено, что данный класс крупности  $-0,071$  мм является труднообогащаемым, но при этом представляет большой практический интерес. Его извлечение позволит получить дополнительный товарный продукт.

### Гранулометрический и химический анализ шламовых хвостов

Класс крупности, мм	питание гидрокласиф. №1				
	$\gamma, \%$	$\gamma$ от исх., т/ч	$\beta, \%$	$\varepsilon, \%$	Мс, т/ч
+1	0,70	<b>0,06</b>	8,0	<b>0,02</b>	0,005
-1+0,5	4,26	<b>0,38</b>	7,1	<b>0,07</b>	0,027
-0,5+0,16	15,00	<b>1,34</b>	11,7	<b>2,01</b>	0,157
-0,16+0,071	23,03	<b>2,06</b>	29,7	<b>29,54</b>	0,613
-0,071	57,01	<b>5,10</b>	44,4	<b>68,36</b>	2,267
<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	<b>8,95</b>	<b>34,30</b>	<b>100,0</b>	<b>3,07</b>

В настоящее время для обогащения шламовых хвостов разработана и рекомендована к промышленному освоению флотационная схема, включающая операцию хромовой головки, основную и контрольную флотации. Для извлечения магнхромита и хромита из богатых шламовых хвостов применяется реагент-модификатор Oxfloat A-780 с расходом 50-300 г/т. Рекомендуемая флотационная технология позволяет эффективно избавиться от минералов вмещающей породы, представленной, в основном, разновидностями оливина и серпентинитом и получить флотационный хромовый концентрат с массовой долей оксида хрома, равной 46% при извлечении более 65%.

**Орехова Н.Н.**, д-р техн. наук, доц., проф.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИШ-ГРАФИТА В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

Развитие нефтедобывающей отрасли, все более широкое использование нефтепродуктов (НП) в народном хозяйстве приводит к учащению случаев загрязнения ими поверхностных водоемов. Для поглощения нефтяной пленки предпочтительно использование углеродных сорбентов высокой пористости. В научных работах предлагается использовать активированные угли, терморасширенный графит (ТРГ), природный графит. Отмечается, что исследование графитовых в качестве НП является актуальной задачей, имеющей практическое будущее.

В качестве сырья для получения сорбента нами изучены графитизированные пыли плавильных переделов. По своим характеристикам эти пыли являются магнитными и могут быть источником получения магнитных сорбентов.

Целью научной работы является изучение сорбционной способности техногенных графитизированных пылей и продуктов их обогащения по отношению к различным нефтепродуктам.

Проведено сравнительное исследование сорбционной способности графитизированной пыли разных металлургических переделов. Определена сорбционная ёмкость графитизированных пылей в статических условиях. Графит для процесса сорбции использовали в виде порошка с размером частиц менее 0,5 мм, полученного измельчением на шаровой мельнице и разделенного с помощью сит.

Предварительно подготовленными и взвешенными образцами пылей обрабатывалась модельная система, имитирующая разлив нефтепродуктов по поверхности воды с фиксированной толщиной слоя НП. Количество сорбированного НП определяли весовым методом. Материал массой 0,3 г в течении заданного промежутка времени контактировал с нефтепродуктом, после пропитки давали стечь избытку НП и порошок сорбента взвешивали на электронных весах. Время контакта варьировали от 1 до 10 минут. Остаточную концентрацию нефтепродукта в воде определяли объемным методом. Сорбционную ёмкость (г/г) рассчитывали по формуле:  $E = (m_2 - m_1) / m_1$ , где  $m_1$  – масса навески графита, г;  $m_2$  – масса навески графита с поглощенным НП, г.

Важными показателями, характеризующими эффективность сорбентов в очистке вод от нефтепродуктов кроме адсорбционной ёмкости являются их плавучесть и водопоглощение.

Статическая сорбционная ёмкость определена для разных классов крупности графитизированной пыли. Проанализировано наличие взаимосвязи между содержанием углерода и железа в пылях с их сорбционной ёмкостью. Изучено влияние механоактивации на поглотительную способность киш-графита.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, соглашение 22-27-20068.*

**Сединкина Н.А.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Шавакулева О.П.**, доц., канд. техн. наук, доц.,  
**Валишин А.В.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРУПНОСТИ РУДЫ НА ОБОГАТИМОСТЬ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ**

В настоящее время в области обогащения полезного ископаемого наблюдается тенденция по снижению крупности перерабатываемого сырья. Это объясняется сложностью руд поступающих на обогащение, необходимостью снижения затрат на их рудоподготовку, совершенствование оборудования применяемого в технологическом цикле. В связи с этим возникает потребность в изучении обогатимости минерального сырья.

Изучение обогатимости минерального сырья проводилось на пробах магнетитовой руды месторождения Малый Куйбас. Исходная проба крупностью 13(15)-0 мм была подвергнута додроблению до крупности 10-0 мм и 7-0 мм.

Первоначально была изучена эффективность разделения отдельных классов крупности проб. Для этого каждая проба была разделена на отдельные классы крупности и проведен магнитный анализ, напряженность магнитного поля составляла 92 кА/м. Результаты исследований показали, что выход магнитного продукта из классов крупности трех проб колеблется в широких пределах и составляет от 28,8 % в случае класса крупности 10-7 пробы №2 и до 47,6 % для класса крупности 5-3 мм пробы №1. Повышенный выход магнитного продукта для класса 0,5-0 мм, составляющий соответственно для проб №1, 2 и 3 - 70,0%, 61,0% и 83,0%, обусловлен присутствием в нем шламов. Массовая доля железа в магнитных продуктах высока и составляет от 57,74 до 61,76%.

Полнота извлечения железа из классов крупности различна и для классов крупности 15-10 и 10-7 мм для всех проб она значительно ниже полноты извлечения железа из более мелких классов крупности. Суммарные показатели свидетельствуют о том, что общий магнитный продукт от всех классов крупности имеет выход 51,93% при массовой доле в нем железа 58,73% и извлечении железа 69,49% в случае пробы №1. Для пробы №2 эти показатели составляют соответственно 36,69; 58,73 и 57,32, а для пробы №3 – 54,51; 57,95 и 73,39%.

При дроблении исходных проб до крупности 10-0 и 7-0 мм выход магнитных продуктов из всех классах крупности увеличивается при практически неизменной массовой доле в них железа. В итоге, с уменьшением крупности проб руды общий выход магнитных продуктов из всех классов крупности для проб повышается при практически постоянной массовой доле в них железа, что вызывает повышение извлечения железа в общие магнитные продукты.

Таким образом, пробы руды относятся к легкообогащаемым и позволяют получить более бедные хвосты за счет раскрытия сростков.



**Стефунько М.С.**, младший научный сотрудник,  
Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова  
Российской академии наук, г. Москва, РФ,  
**Орехова Н.Н.**, д-р техн. наук, доц., проф.  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОЧИСТКИ ПОДОТВАЛЬНЫХ ВОД КОМПОЗИЦИЕЙ «БРУСИТ-ДОЛОМИТ»**

Основной целью данной работы является изучение возможности интенсификации нейтрализации и очистки кислых подотвальных вод предприятий добывающих колчеданные руды за счет применения композиции магнийсодержащих природных минералов.

Выделяют четыре геохимических типа природно-техногенных вод горных предприятий, из которых наиболее опасным для окружающей среды является 1-ый тип – кислые кислородные с высокими значениями окислительно-восстановительного потенциала. В водах в аномально высоких концентрациях присутствуют Cu, Zn, Fe, Mn, V, Ni и Co. Используемые в работе подотвальные воды являются типичными представителями этого типа. Такие воды сегодня обезвреживают в основном методом реагентного осаждения – известкованием, реже фильтрацией через кальциевые и магниевые преимущественно карбонатные минералы.

К доступным для использования в технологиях очистки подотвальных вод магнийсодержащим минералам относятся брусит, магнезит, доломит. Снижение концентраций металлов ниже ПДК рыбхоз в случае их применения объясняется механизмом очистки, совмещающем осаждение ионов в растворе с адсорбцией на минеральной поверхности. В основе процессов подщелачивания воды магнийсодержащими минералами лежат реакции гидролиза. За насыщение воды ионами магния отвечают реакции диссоциации. Продукты этих реакций теоретически могут привести к образованию гидромагнезита, который обладая достаточно высокой удельной поверхностью может способствовать увеличению вклада сорбционной составляющей в комплексный механизм очистки вод от металлов.

Получено подтверждение выдвинутой гипотезы результатами термогравиметрического анализа брусита и композиции «брусит-доломит» после контакта с кислой подотвальной водой. Проведен термодинамический анализ условий образования гидромагнезита в системе «кислая рудничная вода, брусит, доломит». Анализ показал, что для образования гидромагнезита среда должна быть сильно щелочной, что в изучаемой системе вероятно вблизи поверхности доломита или брусита.

Установлено, что содержание металлов, перешедших из раствора в осадок или сорбировавшихся на минеральной поверхности, в композиции «брусит-доломит» после любого приема контакта магнийсодержащего материала с подотвальной водой выше, чем в одном брусите после того же приема контакта.

По сравнению с применением одного брусита, добавка к бруситу доломита в количестве 10% позволяет в большей степени снизить остаточную концентрацию кадмия в воде при 20-60 минутах контакта и прочих равных условиях проведения опытов.

**Фадеева Н.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Колодежная Е.В.**, канд. техн. наук, инженер-исследователь,  
**Исаева Л.С.**, студент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЧЕШУЙЧАТОГО ГРАФИТА И ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ЖЕЛЕЗОГРАФИТОВОЙ ПЫЛИ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИЕЙ**

В процессах переработки чугуна при его охлаждении образуется железографитовая пыль, основными компонентами которой являются графит и железо. Переработка пыли позволит получать из нее востребованный промышленностью чешуйчатый графит и снизить потери железа с отходами производства.

Железо в графитовой спели представлено в основном в виде магнетита и в меньшем количестве – гематитом. Наиболее очевидным способом его отделения является использование магнитной сепарации. Однако и в опубликованных данных, и в собственных исследованиях отмечается, что в пыли доменного цеха железосодержащие частицы присутствуют в виде мельчайших сферических включений на поверхности или в межслоевом пространстве чешуек графита, загрязняя их и обуславливая наличие у них магнитных свойств. Без эффективной очистки поверхности от железосодержащих компонентов селективность магнитной сепарации низкая и частицы графита присутствуют в обоих продуктах разделения. Однако условия образования железографитовой пыли на разных участках переработки чугуна отличаются температурой и принятыми технологическими процессами переработки. Соответственно, состав и технологические свойства ее компонентов будут отличаться, что отразится и на технологических процессах их переработки методами обогащения.

Целью проводимых исследований являлось определение рациональных способов и параметров процессов измельчения и мокрой магнитной сепарации железографитовой пыли различных участков для эффективного разделения пыли с получением графитового и железосодержащего продуктов.

Изучены гранулометрический состав и распределение магнитной фракции по классам крупности железографитовых пылей различных участков металлургического производства. Для дезинтеграции железографитовой пыли использованы мельницы со стальной измельчающей средой и мельницы центробежного ударного действия. В мельницах реализуются разные способы воздействия на материал, что обуславливает различную селективность дезинтеграции и последующего обогащения. Исследовано изменение показателей мокрой магнитной сепарации графитовой спели от способа и параметров ее измельчения и напряженности магнитного поля.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, соглашение 22-27-20068.*

**Шавакулева О.П.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Зинченко А.А.**, студент,  
**Хардин И.С.**, студент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ИЗЛЕЧЕНИЯ ДИОКСИДА ТИТАНА ИЗ РУДЫ МЕДВЕДЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Комплексная схема переработки титаномагнетитовых руд месторождений Южного Урала (Медведевского, Копанского и Маткальского) должна предусматривать извлечение и использование максимально возможного количества элементов, содержащихся в руде. Это, прежде всего: железо, ванадий и титан. Остановимся на некоторых вопросах извлечения диоксида титана.

При переработке подобного сырья за рубежом технологическая схема предусматривает на стадии обогащения руды выделения из хвостов магнитного обогащения ильменитовых концентратов – ценного титаносодержащего сырья.

Выход ильменитовых концентратов может достигать до 5-6% в зависимости от особенностей химического и фазового состава руды. При обогащении титаномагнетитовой руды основное количество диоксида титана (более 90%) все же остается в коллективном железованадиевом концентрате и поступает в дальнейший металлургический передел. Таким образом, необходимо решить проблему полного извлечения диоксида титана в ильменитовый концентрат.

Проведенные ранее исследования на титаномагнетитовой руде свидетельствуют о возможности переработки титаномагнетитовой руды Медведевского месторождения по магнитно-флотационной технологии. Технология включает дробление руды до крупности 10-0 мм с последующей сухой магнитной сепарацией. Магнитный продукт поступает в железованадиевый цикл, а немагнитный – в ильменитовый цикл. В немагнитной фракции сконцентрированы рудные минералы такие как ильменит и рутил. Данные минералы являются слабомагнитными минералами, удельная магнитная восприимчивость их составляет  $(15 \div 960) \cdot 10^{-8}$  и  $(0,7 \div 4,8) \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$  с плотностью  $4500 \div 5000 \text{ кг/м}^3$ , что предопределяет возможность выделения ценного компонента с помощью магнитной сепарации, гравитационных аппаратов. Так же одним из возможных методов обогащения ильменитового промпродукта является флотация. Проведены флотационные опыты на немагнитном продукте Медведевского месторождения. Установлено, что кремнефтористый натрий является эффективным депрессором, серная кислота – регулятором среды, олеат натрия – хорошим собирателем, а керосин – дополнительным собирателем и вспенивателем. В результате разработанной флотационной схемы получен ильменитового концентрат с массовой долей диоксида титана 49,7%.

Для выбора наиболее эффективной схемы переработки титаномагнетитовой руды целесообразно расширить исследования и сравнить различные методы обогащения.

**Шавакулева О.П.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Ступина А.Я.**, студент,  
**Якшимбаева А.А.**, студент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ ЮЖНОГО УРАЛА**

Обеспечение комплексного и рационального использования минерального сырья на всех стадиях добычи и переработки – это одна из важнейших экономических и социальных задач. Разработка высокоэффективных ресурсосберегающих технологий предусматривает не только экономически оправданную полноту извлечения основных и сопутствующих элементов, но и утилизацию отходов при добыче и обогащении полезных ископаемых.

Шлаки – основной попутный продукт при производстве черных металлов, они составляют 70-85% от всех отходов выплавки чугуна и стали. Переработка металлургических шлаков является обязательным элементом безотходной технологии, так как позволяет получить металл содержащее сырье для металлургического производства и сократить потребление рудного сырья, а также исключить многочисленные шлаковые отвалы и связанные с этим отчуждение сельскохозяйственных угодий, образование пыли, загрязнение, водного и воздушного бассейнов. Основными путями утилизации металлургических шлаков является извлечение металла.

Проведенный анализ литературных данных в России и за рубежом по переработке металлургических шлаков показывает, что единого направления в переработке и применении шлаков нет, это объясняется спецификой работы металлургических предприятий каждой страны. Несмотря на имеющиеся в настоящее время различные способы переработки шлаков, перерабатываются они, в основном, в твердом виде. При этом используются различные процессы - подготовительные, включающие дробление, грохочение, измельчение, термодробление, самоизмельчение и основные процессы, обеспечивающие выделение железа и никеля из шлаков. Несмотря на имеющиеся различные способы выделения железа, основным способом с учетом его свойств является сухая магнитная сепарация. Она дает возможность обогащать крупнокусковый материал, обладает высокой производительностью, экологически мало опасным.

В работе изучены шлаки Златоустовского металлургического завода, определен состав и свойства материала. Предварительные исследования показали, что для получения магнитной фракции рекомендуется технология, предусматривающая магнитную сепарацию класса крупности 60-10 мм, магнитную сепарацию класса крупности 10-0 мм, и доработка немагнитной фракции с выделением никеля, крупностью 1-0 мм. При этом получены продукты: железный концентрат с массовой долей железа 81,7-90,1% и никельсодержащий продукт с массовой долей никеля 3,4-9,3%.

**Шавакулева О.П.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Сединкина Н.А.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Мусаткина Е.Н.**, старший лаборант кафедры,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАКОВ ЗЛАТОУСТОВСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА**

Одной из основных задач, стоящих перед инженерами-обогащителями является комплексное использование не только минерального сырья, но и техногенного, к которому относятся, в частности, шлаки.

Для выполнения работы были отобраны четыре пробы шлаков с различных участков шлакоотвала Златоустовского металлургического комбината. Основное внимание при отборе проб уделялось мелким классам крупности, так как они по предварительным данным наиболее богаты никелем.

Проведенный химический анализ проб показал, что состав шлаков резко отличается, в первую очередь по железу и никелю. Массовая доля железа изменяется от 17,8% до 24,8%, а никеля от 0,24 % до 0,46%.

Для обогащения никель содержащих шлаков крупностью 40-0 мм разработана схема, включающая сухую магнитную сепарацию классов крупности 40-10 мм и 10-0 мм. Полученные результаты магнитного анализа различных классов крупности показывают наличие связи между выходом магнитного продукта классов крупности 40-10 мм и 10-0 мм и массовой доли железа. Получены продукты из материала 40-10 мм с массовой долей железа 90,1% и 81,7%. Это удовлетворяет требованиям для непосредственного использования в доменном производстве. Из материала крупностью 10-0 мм получены продукты с массовой долей железа 47,8% и 40,5%. Эти продукты могут использоваться в агломерационном производстве.

Хвосты сухой магнитной сепарации дробятся до класса крупности 1-0 мм и отправляются на центробежный концентратор. Для определения эффективности работы центробежного концентратора, полученные результаты сравнивались с результатами разделения этих же проб шлаков на концентрационном столе. Приведенные результаты свидетельствуют о значительно более высокой эффективности разделения на центробежном концентраторе. При разделении одной из проб извлечение никеля в тяжелую фракцию составило 50,1% на концентрационном столе и 57,3% - на центробежном концентраторе. Сравнительные испытания показали, что использование центробежного концентратора позволяет получить более высокое качество тяжелой фракции при более высоком извлечении, чем при использовании концентрационного стола.

Решающее влияние на показатели обогащения шлаков оказывает качество исходного шлака. Предлагаемая технология позволяет регулировать в широких пределах качественно-количественные показатели обогащения, а оптимальные условия необходимо уточнить при запуске технологии.

**Ярмухаметов Ш.А.**, техник-лаборант  
ЗАО «Урал Омега», г. Магнитогорск, РФ

## **ПОДГОТОВКА ТАЛЬКОМАГНЕЗИТОВОГО СЫРЬЯ К ОБОГАЩЕНИЮ**

Тальковое сырье является важным видом нерудных полезных ископаемых применяемым, в качестве гидрофобного, огнеупорного и химически инертного материала. В России разрабатываются месторождения талька в Иркутской (Онотское), Челябинской (Сыростайское), Свердловской (Шабровское) областях и других регионах. Исходным сырьем для получения тальковых концентратов, в том числе, является талькомагнезит, содержащий серпентин, хлорит, магнезит, доломит и 45 – 75% талька. Основными методами обогащения талькодержащего сырья являются флотация и магнитная сепарация (для доводки концентратов). Крупность помола породы, подаваемой на флотацию, составляет 0,15 – 0,2 мм. Рудоподготовка талькодержащего сырья должна обеспечивать раскрытие сростков талька без переизмельчения, так как наличие тонкодисперсных частиц снижает селективность разделительных процессов. Выбор оборудования для рудоподготовки талькодержащего сырья является актуальной научно-технической задачей.

Как показали проведенные ранее исследования при флотации талькомагнезита Сыростайского месторождения необходимо измельчение породы до крупности менее 0,2 мм. При этом минимизация частиц крупностью менее 0,04 мм, в материале подаваемом на обогащение, приводит к повышению извлечения талька в концентрат. Целью работы было получение молотого талькомагнезита фракции 0 – 0,2 мм с содержанием частиц крупностью +0,2 мм и крупностью -0,04мм не более 5%. В работе использовался измельчительный комплекс КИ-0,36 с центробежным классификатором КЦ (производства российской компании «Урал-Омега»). В комплексе КИ осуществляется сухое измельчение и динамическая классификация частиц исходного продукта. Снижение удельной энергоемкости и отсутствие переизмельченных классов обеспечивается за счет непрерывной итерационной работы комплекса КИ – готовый по крупности материал непрерывно выводится из процесса помола за счет работы центробежного классификатора.

В результате измельчения и классификации талькомагнезита получен продукт фракции 0,04 – 0,2 мм с остатком на сите 0,2 мм 2,9%, и с проходом через сито 0,04 мм 1,6%. Для промышленного получения продукта с производительностью до 20 т/ч рекомендует измельчительный комплекс КИ-1,6 с дополнительным центробежным классификатором. Ориентировочный выход продукта фракции 0,04 – 0,2 мм составит 40 – 55%. Материал фракции 0 – 0,04 мм также является готовым и востребованным продуктом и может быть использован при производстве сухих строительных смесей.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, соглашение № 22-27-00526.*

**Закопайло В.В.**, главный обогатитель,  
**Аминев Т.Д.**, и.о. старшего технолога ПТО,  
АО «Учалинский ГОК», г. Учалы, РФ  
**Горлова О.Е.**, д-р техн. наук, доц., проф.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕАГЕНТНОГО РЕЖИМА ФЛОТАЦИИ МЕДНО-ЦИНКОВЫХ РУД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ МЕДНЫХ МИНЕРАЛОВ**

Вопросы повышения технологических показателей обогащения в уже освоенных и давно применяемых технологических процессах всегда являются чрезвычайно актуальными. Во флотационном процессе во многих случаях основным инструментом такого повышения является совершенствования реагентного режима, применение новых реагентов комплексного действия.

Руды Ново-Учалинского месторождения характеризуются сложным минеральным составом, тонким взаимопроращением минералов, эмульсионной вкрапленностью ценных компонентов. Анализ технологических показателей переработки этих руд показал, что в операции межцикловой флотации наблюдается недоизвлечение вторичных сульфидов меди, применяемые на фабрике реагенты не обеспечивают максимально возможное извлечение меди, необходимо испытывать новые.

Были проведены исследования по повышению доизвлечения вторичных сульфидов меди в операции межцикловой флотации при использовании комплексного собирателя ФРИМ-2920. По составу реагент представляет собой устойчивую поликомпонентную композицию неионогенных и ионогенных собирателей в виде щелочных солей. Реагент относится к классу собирателей – диалкилдитиофосфатов и действуют с поверхностью минерала аналогично ксантогенатам, При этом диалкилдитиофосфаты в отличие от ксантогенатов обладают заметной поверхностной активностью на границе раздела жидкость-газ.

Положительный результат применения данного реагента-собирателя был отмечен лишь в межцикловом концентрате, где наблюдалось повышение содержания меди с 12,35 % до 21,11 %, при этом извлечение меди увеличивается с 26,3 до 36,9 %. В суммарном готовом медном концентрате (концентрат межцикловой флотации + концентрат медной «головки» + концентрат II медной перерешетки) содержание меди оставалось практически на одном уровне 14,77 % (с ФРИМ-2920) против 14,99 % («база»), при этом извлечение меди выше на 1,1 % (84,5 % против 83,4 %). Потери ценных компонентов с хвостами коллективной флотации при этом составили: меди – 9,4 %, цинка 10,7%.

Анализируя результаты проведенных промышленных испытаний, можно отметить, что применение реагента-собирателя ФРИМ-2920 на медно-цинковой руде Ново-Учалинского месторождения показало возможность увеличения содержания и извлечения меди в операции межцикловой флотации, при этом влияния на показатели извлечения драгметаллов не отмечено.

## **Секция «Горные машины и транспортно-технологические комплексы»**

УДК 631.171(035.3)

**Lukashuk O.A.**, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences.,  
Head of Department , Department of Hoisting and Transport Machines and Robots  
**Maalaoui Hamed**, PhD student ,  
URFU, Tunisia

### **STUDY OF THE INFLUENCE OF THE PARAMETRES OF THE DEVELOPED WORKING BODY ON THE PERFORMANCE OF THE ROTARY EXCAVATOR**

Current estimates of the actual productivity of heavy construction machinery at a construction site are not supported by an appropriate and widely used methodology. Recently, for the purpose of estimating the actual productivity of heavy construction machinery, vision-based technologies are used. We emphasize the importance of estimating actual productivity and present a way to achieve it. The excavator actual productivity refers to the maximum possible productivity in real open pit.

Increasing the wear resistance of the cutting tools (bucket, teeth, knives, etc.) of the tiller will increase labor productivity by reducing machine downtime and reducing work costs. The expensive working parts of tillage machinery still do not meet modern requirements for durability, which inevitably affects the productivity and labor cost of these machines. Finding structural solutions is very important.

The research work describes the relevance of increasing the productivity of a bucket wheel excavator. A mathematical model of the process of digging with a spherical bucket is proposed, and assumptions are made to it. The dependencies for finding the parameters of the mathematical model are described.

The productivity of machines is primarily determined by the size and speed of movement of their working bodies and the strength of the developed or compacted soils, which in turn determines the size, weight and power of the machines. It largely depends on the capacity of the bucket, number of buckets, rotor speed, technology and organization of excavation of the quality indicators of machines, the system of their operation and repair. Of the quality indicators of machines, productivity is most significantly affected by their reliability, the degree of automation of control, the availability of interchangeable working bodies, and the ergonomic characteristics of the machine. The quality of operation and repair of machines depends primarily on their technology and organization.

The bucket is the main working attachment of an excavator, and its role in the construction process is very high. Therefore to make the excavator performance efficient, it is necessary to select attachments in compliance with the demands and operating conditions.

To solve such a problem, the most promising are bucket-wheel excavators with a spherical bucket, which, due to a significant increase in productivity and an increase in size of bucket, makes it possible to increase the diameter of the rotor  $D$ , and, consequently, its mass and further the mass and dimensions of the entire machine, which allows you to increase the performance of these machines. Increased efficiency is achieved due to the installation of buckets of larger volume without changing characteristics of hydraulic drive.

#### References

1. Sinclair R. Hydraulic Excavators: Quarrying & Mining Applications. London, Sinclair Publishing, 2011. 388 p.



**Лагунова Ю.А.**, д-р техн. наук, профессор,  
ФГБОУ ВО «УГГУ», г. Екатеринбург, РФ

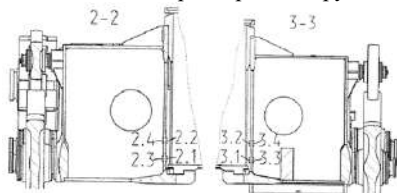
**Макарова В.В.**, старший преподаватель, аспирант,  
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,  
г. Екатеринбург, РФ

## ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ХОДОВОЙ ТЕЛЕЖКИ КАРЬЕРНОГО ЭКСКАВАТОРА

Задачами тензометрических испытаний являются определение и фиксация напряжений, возникающих в металлоконструкциях ходовой тележки. Объект испытания – металлоконструкция ходовой тележки экскаватора ЭКГ-20, с рабочим оборудованием типа «прямая лопата».

Тензометрические испытания осуществлялись в режимах, которые позволяют реализовать максимальные усилия на выходных звеньях экскаватора, при этом происходит фиксация деформаций, которые возникают в момент реализации этих усилий в характерных силовых точках металлоконструкции экскаватора, и которые являются циклическими. Число циклов нагружений составляет 5-10. В качестве контрольно-измерительной аппаратуры использовался аппаратно-программный комплекс компании ZETLAB, на базе двух восьмиканальных контроллеров сбора данных ZET 058 и программного обеспечения ZETLAB TENZO.

Напряженное состояние металлоконструкций ходовой тележки различается в зависимости от сечения и режима нагружения рама гусеничная – в сечениях 2-2 и 3-3 в режиме «повороты хода» находится в трехмерном нагруженном состоянии (рис. 1).



№ точки	Слева			Справа			
	Напряжения, МПа			№ точки	Напряжения, МПа		
	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\tau_{\max}$			$\sigma_1$	$\sigma_2$
2.1	14	6	4	2.3	75	41	17
2.2	15	3	6	2.4	57	21	18
3.1	15	5	5	3.3	48	9	19
3.2	16	15	1	3.4	43	18	13

Схема расположения датчиков. Рама гусеничная (сечение 2-2 и 3-3)

Были определены векторы главных напряжений  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  и максимальные касательные напряжения  $\tau_{\max}$  и напряжения изгиба «из плоскости» элементов листов ходовой тележки в режиме «повороты хода» в сечении 2-2 и в сечении 3-3.

Установлено, что основной причиной силовой нагруженности ходовой тележки являются места концентрации напряжений в металле, приобретенные в процессе изготовления, которые увеличиваются при функционировании экскаватора в процессе экскавации горных пород.

**Лукашук О.А.**, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой,  
**Огорелков Д.А.**, аспирант,  
**Давыдова В.В.**, ст. преподаватель,  
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,  
г. Екатеринбург, РФ

## **СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ**

Общая для многих отраслей техники проблема повышения долговечности изделий решается разными способами. Чаще всего это модификация поверхностного слоя деталей, где зарождаются усталостные трещины [1]. Для тонкостенных элементов конструкций данные способы имеют ограниченное применение. С другой стороны, долговечность можно повысить путем снижения динамики машин и сооружений. Например, используя разнообразные гасители колебаний [2]. В строительной индустрии и в самолетостроении для этих целей давно и успешно используются трехслойные пластины и оболочки [3].

Балки коробчатого сечения и тонкостенные стержни с сечением в виде замкнутого профиля широко используются в несущих металлических конструкциях горных и транспортных машин. В условиях нормальной эксплуатации такие машины подвержены действию широкого спектра динамических нагрузок регулярного и случайного характера.

Снижение динамики способствует повышению долговечности машин и улучшению условий работы машинистов. Использование наполнителя малой плотности типа пенопласта, при незначительном увеличении веса изделия, может существенно повысить защиту персонала от шума и вредных вибраций, а конструкцию от коррозии. Но основное назначение наполнителя, способного к интенсивному поглощению энергии колебаний, заключается в снижении их числа и амплитуды при динамических внешних воздействиях. Цель работы состоит в предварительной оценке целесообразности использования искусственных низко модульных эластоматериалов для демпфирования тонкостенных элементов металлических конструкций горных и транспортных машин. Задача решается путем проведения вычислительных экспериментов в среде Solid Works.

Выполненные расчеты показали перспективность рассмотренного способа демпфирования для повышения долговечности элементов конструкций горных и транспортных машин. Прогнозируется существенное увеличение долговечности машин, работающих в режиме динамического импульсного нагружения.

### **Список литературы**

1. Щипачев А.М., Мухин В.С. Модель влияния поверхностного пластического деформирования на усталостную долговечность // Изв. вузов. Авиационная техника. 2002. №1. С. 76-77.
2. Либерман Я.Л., Летнев К.Ю. Автоматическое устранение колебаний груза на гибкой подвеске при подъеме и опускании: монография. Екатеринбург: УрФУ, 2012. 215 с.
3. Болотин В.В., Новичков Ю.Н. Механика многослойных конструкций. М.: Машиностроение. 1980. 375 с.

**Носиков С.С.**, аспирант,  
Южно-Российский государственный политехнический университет  
имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, РФ

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

Повышение рабочих скоростей транспортно-технологических машин (ТТМ) приводит к ухудшению динамики движения, а именно устойчивости, маневренности и плавности хода. Современные транспортно-технологические машины обладают массивными органами, что приводит к несбалансированности развесовки по осям движителей. Поэтому на ранних стадиях проектирования машин необходимо закладывать их оптимальные параметры массово-габаритных характеристик, способных улучшать устойчивость и маневренность [1]. Таким образом, исследования динамики движения, а также поиск возможностей её улучшения являются актуальными.

Для исследования динамики движения ТТМ, разработана математическая и имитационная модель тракторного поезда в программном комплексе «*Universal Mechanism*», представленная на рисунке. В модели были заданы основные массово-габаритные характеристики машины, характеристики шин, микро- и макрорельефы дорожной поверхности. Моделирование осуществлялось для тяговых и тормозных режимов движения.



Имитационная модель тракторного поезда в программном комплексе  
«*Universal Mechanism*»

С помощью разработанной имитационной модели тракторного поезда, проведены теоретические исследования влияния массово-инерционных показателей прицепа на устойчивость и маневренность тягача при движении. По результатам моделирования для обеспечения требуемого уровня эксплуатационных свойств были предложены различные технические решения.

### Список литературы

1. Шенкнехт Ю.И. Повышение эффективности применения прицепных почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов за счет улучшения показателей их устойчивости и маневренности: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Барнаул, 2015. 139 с.

**Веровочкин Н.Г.**, аспирант,  
НИТУ «МИСиС», г. Москва, РФ

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОДНОКОВШОВОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ МАССЫ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Основной целью данной работы является исследование динамических нагрузок гидравлического экскаватора с рабочим оборудованием обратная лопата и выявление оптимальных характеристик, позволяющих снизить массу рабочего оборудования с использованием метода конечных элементов [1].

Разработка программно-аппаратного моделирования включает в себя создание математической и цифровой модели несущей конструкции гидравлического экскаватора в программной среде RecurDyn с целью анализа движения взаимосвязанных жестких или гибких тел, а также шарнирных соединений. Вся несущая конструкция сделана из низколегированной стали 09Г2с ГОСТ 27772-88. Для гидроцилиндра определяются расчетные значения усилий, необходимых для преодоления внешней нагрузки [2].

После расчета конструкционных параметров создается блок-схема с гидроприводом в MATLAB SimHydraulics для моделирования управляющей системы. Это позволяет описывать физические системы, состоящие из механических и гидравлических компонентов [3].

Для определения взаимодействия частиц горной породы на ковш при рабочих циклах гидравлического экскаватора используется метод дискретных элементов в программе Altair EDEM. Чтобы представить липкий почвенный материал, к частицам при контакте добавляется когезионная сила, превышающая силу тяжести частиц в 2 раза, таким образом сыпучий материал представляет собой типичную бесвязную угольную вскрышу, которая упакована в наклонный отвал размером 12 м × 6 м × 6 м. Общее количество частиц 650 000.

Впоследствии проводится топологическая оптимизация стрелы гидравлического экскаватора для снижения массы и, соответственно, годового потребления топлива на 4%. Изготовление данной стрелы возможно по технологии SLS-3D-печати.

### Список литературы

1. Подэрни Р.Ю. Механическое оборудование карьеров: учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2007. 680 с.:ил.
2. Носенко А.С., Шемшуря Е.А., Алтунина М.С. Строительные и дорожные машины: методические указания к выполнению практических работ / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2016. 64 с.
3. Звонарев С.В. Основы математического моделирования: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 112 с.

**Жегульский В.П.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Ярошевский П.А.**, студент,  
**Лукашук А.Д.**, студент,  
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,  
г. Екатеринбург, РФ

## **РАЗРАБОТКА КАРЬЕРНОЙ ВЫЕМОЧНО-ДОСТАВОЧНОЙ МАШИНЫ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ**

Для успешной разработки месторождений полезных ископаемых требуется постоянное развитие карьерного транспорта, позволяющее эффективно применять существующие, а также развивать новые технологии ведения горных работ. Основное требование к перспективным машинам – уменьшение затрат на транспортировку горной массы и минимальное негативное влияние на окружающую среду [1].

Карьерный транспорт является одним из наиболее затратных элементов горнотехнической системы, следовательно проблема снижения себестоимости транспортирования горной массы является актуальной задачей. Один из основных показателей эффективности карьера – это время одного рабочего цикла. Цикл карьерных транспортных средств прерывного действия состоит из операций погрузки, движения с грузом, разгрузки и обратного движения порожняком.

Разработанная карьерная выемочно-доставочная машина (ВДМк) предназначена для выемки и последующей транспортировки горной массы в место разгрузки, заменяя собой экскаваторно-автомобильный комплекс. Для разработки модели ВДМк за основу был взят самосвал БЕЛАЗ 7513 [2]. Данный самосвал обладает хорошими показателями мощности, грузоподъемности, а также хорошей маневренностью относительно своих габаритов. Разработанная модель предполагает установку на самосвал дополнительного навесного оборудования в виде ковша. Стрела для ковша размещается с каждой стороны от кузова самосвала, на бортах кузова установлена дополнительная защита от попадания разгружаемых пород на стрелу ковша. Разработанное навесное оборудование позволяет использовать гидравлическую систему кузова самосвала, как привод для стрелы ковша, что позволит сэкономить на установке дополнительных силовых установок.

Основной целью работы является уменьшение затрат путём экономии на транспортных расходах в разработках открытого типа за счёт использования ВДМк, сочетающей в себе комплекс функций погрузочных машин и транспортирующих. Цель достигнута за счёт экономии на времени транспортного цикла, сокращении общей численности парка без потери эффективности транспортировки добытых ископаемых.

### Список литературы

- 1.Хазин М.Л. Направления развития карьерного автотранспорта // Недропользование. 2021. Т. 21. № 3. С. 144-150.
- 2.Официальный сайт ОАО «БЕЛАЗ» [электронный ресурс] Режим доступа: <https://belaz.by/products/>, свободный (14.02.2023).

**Варюхин В.В.**, студент,

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» г. Тюмень, РФ

**Курочкин А.И.**, канд. техн. наук, доцент,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ**

На всех предприятиях связанные с добычей полезных ископаемых на горных, а также на нефтегазовых предприятиях, остро встает вопрос о его безопасности, при эксплуатации на каждом этапе развития работ [1]. В данный момент, все опубликованные федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности с каждым годом прогрессируют с большой скоростью, и вводятся новые свод норм и правил при эксплуатации промышленных объектов. В основном все стремятся исключить человека из рабочего процесса, путем автоматизации процессов добычи [2].

Для того чтобы провести анализ, в работе рассматривается ряд горных предприятий. По последним данным, возникновение травматизма повлекшие за собой легкие или тяжелые несчастные случаи работников и выход из строя оборудования, возникают из-за несоблюдения «правил безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых».

### Список литературы

1. Ушаков К.З., Каледина Н.О., Кирин Б.Ф. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело : учебник. 2-е изд., стер. Москва : Горная книга, 2008. 487 с.

2. Compact mobile sinking hoists creation prospects / Vagin V.S., Kurochkin A.I., Karpesh A.A. // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017. Сер. "Procedia Engineering" 2017. С. 21-24.

**Габбасов Б.М.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Вахрушева Д.В.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОТЫ ПОРШНЕВОГО НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ШАХТНОГО ШЛАМА**

В наши дни поршневые насосы высокого давления нашли широкое применение в горнодобывающей промышленности, главным образом для перекачки шахтного шлама. Поршневые насосы просты в эксплуатации, однако повышение надежности и долговечности их работы всё еще остается актуальной проблемой. Следует отметить, что рассматриваемая тема имеет практическую значимость, так как обнаружение приемлемого метода повышения надежности и долговечности работы насоса позволяет сократить затраты на ремонт и восстановление как всего оборудования, так и отдельных деталей и узлов.

Цель научной работы – изучение способов повышения надежности и долговечности работы поршневого насоса высокого давления. Анализ работы современных типов поршневых насосов, выявление оптимального варианта повышения надежности и долговечности их работы, анализ влияния шахтного шлама на их работу, расчет выбранного варианта, оценка полученных результатов являются главными задачами исследования.

Результаты проведенных анализов продемонстрировали, что оптимальным вариантом повышения надежности работы высоконапорного поршневого насоса может стать поддержание определенного состава шахтного шлама. Для достижения этой цели предлагается усовершенствовать технологическую схему путём включения в неё осветлительных выработок.

### Список литературы

1. Рыбаков А.Н., Габбасов Б.М. Повышение эффективности работы поршневых насосов при откачке шахтного шлама // Актуальные проблемы современной науки, техники, образования: матер. 72-й межрегион. науч.-техн. конф. / под ред. В. М. Колокольцева. Магнитогорск, 2014. Т. 1. С. 36–39.
2. Повышение эффективности эксплуатации горных машин на примере оборудования шахтного водоотлива в условиях Учалинского подземного рудника / Рыбаков А. Н., Габбасов Б. М., Курочкин А. И., Ильинов Н. Д. // Известия вузов. Горный журнал. 2021. № 8. С. 62–71. DOI: 10.21440/0536-1028-2021-8-62-71

**Подболотов С.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Туркин И.С.**, канд. техн. наук, директор по перспективному развитию  
ООО УралЭнергоРесурс, г. Магнитогорск, РФ

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРНЫХ МАШИН**

Жесткие условия эксплуатации горного оборудования вызывают интенсивное изнашивание рабочих поверхностей деталей его основных узлов и механизмов. Крупные габариты, значительная металлоемкость и сложность конструкций горных машин, высокая их стоимость, в том числе и за счет применения специальных износостойких сталей, приводят к необходимости максимального использования ресурса работы каждой детали.

В связи с этим вопросы организации качественного ремонта оборудования с применением современных эффективных технологических методов восстановления размеров и геометрических форм изношенных элементов для горнодобывающей отрасли являются достаточно актуальными, а затраты на внедрение новых технологий – оправданными как с технической точки зрения, так и с экономической.

После закупки и эксплуатации крупногабаритного и тяжелого оборудования на предприятиях горно-обогатительной и других отраслей рано или поздно возникает проблема проведения ремонта и восстановления, если не всей установки, то основных наиболее нагруженных ее рабочих узлов, подвергшихся неизбежным эксплуатационным повреждениям.

Целесообразность восстановления детали диктуется тем, что восстановленные детали позволяют экономить количество металла равное вновь изготавливаемой детали. Особенно это эффективно при восстановлении деталей, имеющих большую массу и стоимость.

У многих быстро изнашиваемых деталей в работе участвуют только незначительный слой металла, восстановить который можно быстрее и дешевле, чем изготовить новую деталь.

Целесообразность восстановления деталей диктуется также большими темпами роста парка горных машин и оборудования и отставанием производства запасных частей к ним. Кроме того, при снятии с производства (переход на новую марку горных машин) потребность в запасных частях сохраняется еще продолжительное время, так как машины снятые с производства, эксплуатируются на горных предприятиях. Вместе с тем вопрос об удовлетворении потребности в запасных частях может быть в значительной степени решен за счет широкого использования рациональных способов восстановления изношенных деталей в межремонтные периоды горных машин.



**Курочкин А.И.**, канд. техн. наук, доцент  
**Даутов С.М.**, магистрант  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИСКУССТВЕННОЕ ПРОВЕТРИВАНИЕ СВЕРХГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ**

Научно-технический прогресс в горной промышленности и комплексная механизация основных производственных процессов, осуществленная в 20-м столетии, определили главную тенденцию открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых, заключающуюся в масштабном применении мощной высокопроизводительной техники, обеспечившей эффективную эксплуатацию карьеров глубиной 500-600 м и более.

С углублением открытых работ степень изоляции выработанного пространства от окружающей среды возрастает, а состав воздуха внутри карьера ухудшается. В некоторых глубоких карьерах до 25% годовых объемов горной массы отгружается и вывозится в условиях сверхнормативной загазованности рабочих зон. Это отрицательно сказывается не только на безопасности, но и на производительности персонала, а также на состоянии и эксплуатационных показателях горного оборудования, ресурс которого в неблагоприятной атмосфере заметно снижается. Наиболее остро проблема сверхнормативного загрязнения атмосферы проявляется на российских глубоких карьерах, расположенных в районах Урала, Восточной Сибири и Западной Якутии, где вынужденные простои производства по причине значительной запыленности и загазованности превышают 15-20% времени года.

Причиной тому, в первую очередь, являются массовые взрывы и другие окислительные процессы, гигантские объемы вредных выделений от работающего оборудования, обнаженных слоев горных пород и дренируемых вод, значительная глубина выработанного пространства при весьма неблагоприятном соотношении глубины к его размерам в плане и суровый климат с часто повторяющимися атмосферными инверсиями, снижающими интенсивность воздухообмена [1].

Такие катастрофические явления ставят перед специалистами в области технологии и проектирования открытых горных работ одну из самых сложных и трудно решаемых задач - необходимость управления пылегазовым режимом на рабочих местах и внутри карьерного пространства в целом. Существенной проблемой при решении этой задачи является отсутствие научно обоснованных методов и средств обеспечения искусственного воздухообмена глубоких горизонтов карьеров с внешней средой.

### **Список литературы**

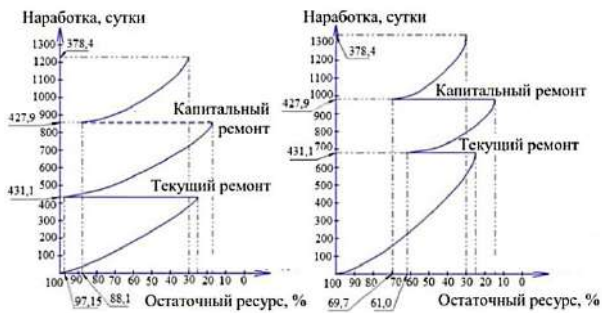
1. Морин А.С. Обоснование технологии трубопроводного проветривания глубоких карьеров: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. 47 с.

**Подболотов С.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г.Магнитогорск, РФ  
**Туркин И.С.**, канд. техн. наук, директор по перспективному развитию  
 ООО УралЭнергоРесурс, г.Магнитогорск, РФ

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РАБОТЫ

В процессе эксплуатации, в результате воздействия различных факторов, режимов и условий работы исходное техническое состояние электродвигателей непрерывно ухудшается, снижается остаточный ресурс, возрастает вероятность возникновения отказов, приводящих к необходимости проведения капитального ремонта.

Капитальный ремонт устраняет основные неисправности, приводящие к отказу электродвигателя, однако стопроцентного восстановления остаточного ресурса не происходит (см. рисунок) [1, 2].



Кривые оценки остаточного ресурса электродвигателей

Снижение величины остаточного ресурса объясняется естественным износом элементов электродвигателя не подлежащих замене или капитальному ремонту, а также недолжным учетом качества проводимых восстановительных работ.

Соответствие качества восстановленных электродвигателей техническим требованиям на их капитальный ремонт можно установить путем проведения определительных и контрольных испытаний.

### Список литературы

1. Буторин В.А., Бородин Е.Г., Молчан А.М. Анализ существующих методов контрольных испытаний электрооборудования на надежность // Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК, материалы Международной научнопрактической конференции. Курган. 2021. С. 16-20.
2. Bulyakov R.R. The adaptive threshold device // Processing of the 2014 IEEE North West Russia Section Young Researches in Electrical and Electronic Engineering Conference. P. 165. doi: 10.1109 / ElConRusNW. 2016. 7448237.

**Подболотов С.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Олизаренко В.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им.Г.И.Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГОРНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

Механизация и автоматизация подземных, открытых горных работ и работ по обогащению полезных ископаемых являются основными путями по обогащению полезных ископаемых являются основными путями развития горно-обогатительного комбината (горного производства).

Горно-обогатительный комбинат (ГОК) включает: рудник, состоящий из нескольких производственных единиц (шахт, карьеров); обогатительных и агломерационных фабрик; склада привозных руд; фабрики по производству окатышей или их сочетаний.

Современный горно-обогатительный комбинат оснащен сложным и высокомеханизированным электромеханическим оборудованием, установками, машинами и механизмами, которые относят к группам: горных; транспортных; стационарных; обогатительных машин и электрооборудования, используемых при ведении подземных и открытых горных работ и работ по обогащению полезного ископаемого.

Широкая вариация физико-механических свойств, условий залегания месторождений полезных ископаемых и технологии ведения подземных, открытых горных работ и работ по обогащению добытого полезного ископаемого предопределили многообразие конструктивных типов горных машин и оборудования.

Опыт эксплуатации показывает на недостаточное высокое использование горного оборудования, которое объясняется невысоким использованием расчетного ресурса деталей и узлов горных машин и оборудования при выдаче их в капитальный ремонт, а также большие затраты на техническое обслуживание и ремонт. Данные затраты превосходят в 2-2,5 раза стоимость новой машины [1].

Устойчивая работы горных машин и оборудования рудников, шахт, карьеров и обогатительных фабрик зависит от организации эксплуатации. Поэтому проблема дальнейшего улучшения использования горных машин и оборудования должна решаться комплексно и охватывать совершенствование эксплуатации, в том числе организации технического обслуживания и ремонта.

### **Список литературы**

1. Обслуживание горных машин и оборудования сервисным центром в регионах Южного Урала Российской Федерации / Олизаренко В.В., Зубков Ар.А., Обухов В.А., Аллабердин А.А. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 78-й международной научно-технической конференции. 2020. С. 102.

**Рыбаков А.Н.**, ассистент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им.Г.И.Носова», г.Магнитогорск, РФ  
**Гришин А.В.**, директор,  
ООО «МЭТК», г.Екатеринбург, РФ

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК С ПОМОЩЬЮ СВЕТОДИОДНОЙ ЛЕНТЫ**

Одним из важнейших элементов условий труда является освещение. Правильно выполненная система освещения играет существенную роль в снижении производственного травматизма, уменьшая потенциальную опасность многих производственных факторов, создает комфортные условия работы, повышает общую работоспособность. Увеличение освещенности при напряженной зрительной работе способствует повышению производительности на 10-20%, уменьшению брака на 20%, снижению количества несчастных случаев на 30%. Недостаточное освещение может привести к профессиональным заболеваниям, травматизму.

Основная задача освещения горных выработок — создание наилучших условий работы и обеспечения максимальной прибыли. Эту задачу возможно решить только с осветительной системой, отвечающей следующим требованиям:

- 1) освещенность на рабочем месте должна соответствовать гигиеническим нормам;
- 2) яркость на рабочем месте и в пределах окружающего пространства должна распределяться по возможности равномерно, так как при переводе взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность и наоборот глаз должен адаптироваться, что вызывает его утомление;
- 3) резкие тени на рабочей поверхности должны отсутствовать;
- 4) освещение должно создавать спектральный состав света, близкий к естественному, обеспечивающий правильную передачу и восприятие света.

Для решения поставленных задач разработана система светодиодного рудничного освещения на базе светодиодной ленты, имеющей исполнение IP67 и работающей на напряжении 24В постоянного тока.

Лента подключается к рудничному источнику стабилизированного напряжения 36В. Рудничные источники питания для светодиодных лент преобразуют переменное напряжение ~380/660В (~220В) в стабилизированное постоянное 24В, в связи с чем отпадает необходимость применения реле утечки.

### Список литературы

1. «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» / Приказ Ростехнадзора №505 от 08 декабря 2020 г.
2. ГОСТ Р 55733-2013 «Освещение подземных горных выработок». Основные требования и методы измерений.

**Добряков Д.А.**, студент,  
**Кривовяз О.И.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СКИПОВОГО ПОДЪЕМА**

Производительность подъема скипового ствола по выдаче рудной массы является основным определяющим фактором при увеличении производственной мощности подземного рудника [1]. Условие возможности увеличения производственной мощности по горным возможностям ограничивается пропускной способностью рудовыдачных выработок. При этом рассматриваются два пути: реконструкция ствола или строительство нового.

В работе произведен анализ влияющих факторов на производительность скипового подъема и определены резервы по ее увеличению без глубокой реконструкции ствола, а также рассмотрен вариант с полной реконструкцией ствола для обеспечения требуемой производственной мощности по горным возможностям [2,3].

Определены три варианта по увеличению производительности скипового подъема. Установлено, что увеличение грузоподъемности скипов позволит увеличить производительность скипового ствола, без изменения скоростей при подъеме, но потребует замены оборудования электропривода и автоматизации для обеспечения бесперебойной работы подъема, а также подъемных канатов.

Увеличение времени работы подъема по выдаче до 19,0 ч/сут без изменения скоростей при подъеме также позволяет увеличить производительность скипового ствола, но потребует той же реконструкции, что в первом варианте.

Третий вариант, объединяющий первые два варианта, и предусматривающий увеличение скорости при подъеме до 12 м/с, позволит максимально увеличить производительность скипового ствола, но потребует более глубокой реконструкции, включающей в себя замену армировки ствола на канатную или жесткую с коробчатыми проводниками.

### **Список литературы**

1. Обоснование технологических схем отработки месторождения с учетом техногенного преобразования / А.М. Мажитов, И.А. Пыталев, Е.В. Боровиков, Г.Д. Першин // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2021. № 4. С. 5-14. DOI 10.21440/0536-1028-2021-4-5-14.
2. Мажитов А.М. Оценка степени техногенного преобразования участка недр при разработке месторождения с обрушением руды и вмещающих пород в восходящем порядке // Горная промышленность. 2021. № 4. С. 113-118. DOI 10.30686/1609-9192-2021-4-113-118.
3. Оптимизация схемы проветривания при увеличении производственной мощности подземного рудника / Н.Д. Ильинов, А.М. Мажитов, А.Б. Аллабердин, К.В. Важаев // Горная промышленность. 2021. № 6. С. 89-93. DOI 10.30686/1609-9192-2021-6-89-93.

**Нуртазин А.Н.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО МОНТАЖУ ШАХТНОЙ КРЕПИ В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ**

Модифицированная подземная техника PAUS для монтажа шахтной крепи в портале шахт. Данные конструктивные изменения явились решением улучшения условий проведения работ по монтажу шахтной крепи в подземных выработках. В виду горького опыта в лице несчастного случая с проходчиками шахты «Молодежная», данная модифицированная подземная техника просто необходима для исключения зажатия проходчика между ковшем и выработкой. Ранее монтаж шахтной крепи выполнялся с привлечением шахтного погрузчика.

Внесённые конструктивные элементы на подземную технику PAUS:

- наличие платформы для полного и устойчивого нахождения проходчика при проведении монтажных работ шахтной крепи.

- наличие подъемной установки на платформе с максимальной высотой подъема 1,85 метров и весом подъема до 500 кг, исключит физические нагрузки на проходчика в виду отсутствия потребности в поднятии шахтной крепи на себе, до требуемого уровня. Вес детали шахтной крепи варьируется от 70 до 110 кг, а максимальная высота подъема может быть в пределах до 1,7 метров.

- наличие отсека под платформой способствует полезному использованию времени проходчика, так как все детали и инструменты по монтажу шахтной крепи будут находиться непосредственно в отсеке, в наличии и доступном месте хранения.

Данная работа была согласована с GRP Group в г. Алматы, которая является официальным дилером Hermann PAUS Maschinenfabrik GmbH.

### Список литературы

1. Technology for Fixing Mine Workings by Spraying Concrete in the Conditions of the Ural Mines / A. A. Zubkov, P. V. Volkov, R. V. Kulsaitov, A. M. Magitov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International Science and Technology Conference "EarthScience", Russky Island, 10–12 декабря 2019 года. Vol. 459, 5, Chapter 4. – Russky Island: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 052059. – DOI 10.1088/1755-1315/459/5/052059.

2. Оценка напряженно-деформированного состояния массива при отработке запасов в техногенно-сложненных условиях / А.М. Мажитов, С.А. Корнеев, Е.А. Бондарь, А. А. Шаронова // Актуальные проблемы горного дела. 2017. № 2. С. 19-26.

3. Условия перехода на самоходную технику при разработке жильных рудных месторождений / В. Н. Калмыков, А. М. Мажитов, И. А. Пыталев, В. В. Якшина // Современные достижения университетских научных школ: сборник докладов национальной научной школы-конференции, Магнитогорск, 25–26 ноября 2021 года. Выпуск 6. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. С. 195-200.

**Габбасов Б.М.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Рыбаков А.Н.**, ассистент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАСЧЁТ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОЧИСТКЕ ВОДОСБОРНИКОВ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА**

При заполнении водосборников, они перестают выполнять функцию осветления шахтной воды, которая в свою очередь увеличит гидроабразивный износ рабочих элементов насосов главного водоотлива. В связи с чем возникает необходимость своевременной очистки водосборников. [1]

Очистка водосборников производится циклическим механизированным способом с помощью погрузо-доставочных машин (ПДМ) и транспортных средств, в связи с чем данные средства исключаются из основного технологического процесса. Данный способ является трудоёмким и приводит к неэффективной эксплуатации всей транспортной системы околоствольного двора и транспорта поверхностного комплекса шахты.

Рабочие процессы такой очистки имеют невысокий уровень механизации с большой долей малопродуктивного труда, что связано со значительными материальными затратами и антисанитарными условиями [2].

Для оценки количественных показателей эффективности требуется определить производительность ПДМ и транспортных комплексов время, затрачиваемое ими на процесс очистки водосборника.

### Список литературы

1. Рыбаков А.Н., Габбасов Б.М. Повышение эффективности работы поршневых насосов при откачке шахтного шлама // Актуальные проблемы современной науки, техники, образования: матер. 72-й межрегион. науч.-техн. конф. / под ред. В. М. Колокольцева. Магнитогорск, 2014. Т. 1. С. 36–39.
2. Повышение эффективности эксплуатации горных машин на примере оборудования шахтного водоотлива в условиях Учалинского подземного рудника / Рыбаков А.Н., Габбасов Б.М., Курочкин А.И., Ильинов Н.Д. // Известия вузов. Горный журнал. 2021. № 8. С. 62–71. DOI: 10.21440/0536-1028-2021-8-62-71

**Борохович Б.А.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Жантурин М.Ж.**, канд. техн. наук, доц.,  
«Алматинский Университет Энергетики и Связи», г. Алматы, РК  
**Зарицкий Б.Б.**, ст. преп.  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА С ГИБКОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Ременная передача широко применяется в технике. Пусковые нагрузки достигают до 200% нормальной. Это поршневые насосы и компрессоры, транспортеры винтовые и скребковые, элеваторы. Значительные колебания рабочей нагрузки в реверсивных приводах. Пусковые нагрузки до 300% нормальной. Весьма неравномерная или ударная рабочая нагрузка. Подъемники, экскаваторы, драги. Мельницы, например, шаровые, дробилки и т. п. Один из недостатков клиноременной передачи — число циклов напряжений до разрушения обратно пропорционально напряжению от начального натяжения. В РИИ, (г. Рудный) на кафедре «Транспортная техника и организация перевозок» и в МГТУ (г. Магнитогорск) на кафедре «Механика» проводились исследования по применению гибкой стальной ленты в приводах машин на созданных испытательных стендах. Разработаны теоретические основы и особенности расчета такой передачи. По данным техотдела, - на дробилках ВДМ-105А (N=160 квт) 4 ремня Д (Г) 5600 срок службы 30 дней. Ежемесячно АО «Костанайские минералы», (г. Житикара) закупает 130 ремней. Для устранения вытяжки и износа, необходимо объединить клиновой ремень со стальной лентой или заменить его одной стальной лентой (желательно без переточки канавок шкивов).

### Список литературы

1. Отчет о НИР. (№ госрегистрации 0106РК00665) Разработка и исследование гибкой стальной ленты в приводах машин // РИИ. Рудный, 2007, 108 с.
2. Борохович Б.А. К вопросу усовершенствования механических передач с гибкой связью в приводах машин // Проблемы индустриально-инновационного развития горнодобывающих отраслей промышленности и мировая геополитика освоения хризотилового волокна. Материалы пятой международной научно-практической конференции. Житикара, 2010. С. 220-225.
3. Борохович Б.А., Еркетаев Е.С. Некоторые вопросы расчета привода с гибкой стальной лентой // Механика и актуальные проблемы металлургического машиностроения. Международный сборник научных трудов. Магнитогорск. С. 15-19.
4. Пат. KZ (13) A4 (11) 22376 F16G 5/10 (2006.01) Клиновый ремень / Б.А.Борохович. Заявл. 11. 06. 2007; Оpubл. 15.03.2010. Бюл. №3.
5. Пат. KZ (13) A4 (11) 22375 F16G 3/00 (2006/01) Способ соединения концов гибкой стальной ленты ременной передачи / Б.А.Борохович, Е.С. Еркетаев, М.А.Токмашев. Заявл. 11.06.2007; Оpubл. 15.03.2010. Бюл. № 3.



## Секция «Управление транспортными системами»

УДК 656.078.14:681.518.3

**Осинцев Н.А.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### **ВЫБОР ЗЕЛЁНЫХ ПОСТАВЩИКОВ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК МЕТОДОМ SWARA – WASPAS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ГРУБЫХ МНОЖЕСТВ**

Мультикритериальные методы принятия решений (Multi-criteria decision making, далее MCDM) используют при решении сложных многофакторных задач с множеством атрибутов и альтернатив. В управлении зелёными цепями поставок наиболее распространенными MCDM являются отдельные методы или их комбинация: ANP, ANP, DEMATEL, TOPSIS, PROMETHEE и др. [1].

Целью настоящей работы является разработка методики оценки и выбора зелёных поставщиков в цепях поставок с использованием MCDM. Предлагается мультикритериальная двухуровневая модель, которая включает 15 атрибутов и 8 альтернатив. В качестве альтернатив рассматриваются не конкретные поставщики, а соответствие поставщиков требованиям формирования зелёных цепей поставок.

Основу предлагаемой MCDM модели составляют два метода:

1. Метод поэтапного анализа оценки весовых коэффициентов SWARA (Step Wise Weight Assessment Ratio Analysis). Особенностью метода является возможность оценки мнений экспертов о значимости атрибутов в процессе определения их весов.

2. Метод совокупной взвешенной суммы WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment). Данный метод является комбинацией модели взвешенной суммы (WSC) и модели взвешенного продукта (WPC) для определения совместного обобщённого критерия взвешенной агрегации аддитивных и мультипликативных методов для каждой альтернативы.

Для обеспечения объективности и точности оценки принятия решений в разработанной модели используется математической аппарат теории грубых множеств (Rough Set Theory). Её использование, в отличие от теории нечётких множеств, обеспечивает объективность данных и не требует дополнительной информации или субъективной корректировки при анализе данных. В процессе оценки используются грубые (приблизительные) числа, представляющие собой интервальные значения (с нижней и верхней границами приближения и граничным интервалом), полученные путем обработки субъективных оценок экспертов.

Предлагаемая методика оценки и выбора зелёных поставщиков является элементом комплексной системы оценки зелёных цепей поставок на соответствие целям и принципам концепции устойчивого развития.

#### Список литературы

1. Осинцев Н.А. Использование многокритериальных подходов к принятию управленческих решений в «зелёных» цепях поставок // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 78-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск, 2020. С. 17.

**Копылова О.А.**, канд. техн. наук, доц. каф.,  
**Лукьянова Е.В.**, студент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЕМ КОРРЕКТИРОВКИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК**

Снижение общих затрат в логистике является одним из способов снизить конечную цену продукции, а отлаженный процесс сбыта продукции рассматривается как один из факторов, обеспечивающих конкурентное преимущество компании [1]. Актуальным представляется формирование логистических цепей по сбыту продукции с учетом конкурентной среды и запросов потребителей.

Эффективная система товародвижения будет способствовать повышению гибкости и качества в обслуживании потребителя, например, за счет сокращения времени ожидания получения груза с момента размещения заказа до доставки потребителю.

В работе было рассмотрены два варианта организации цепи поставок продукции: с отгрузкой напрямую конечному потребителю со складов предприятия и с созданием собственных объектов производственно-логистической инфраструктуры.

Оценка экономической целесообразности различных вариантов организации цепи поставок продукции может быть выполнена на основе метода расчета точки безубыточности. В данном случае выполняется сравнение общих логистических издержек по каждому из вариантов, которые зависят от транспортных затрат, затрат на грузопереработку и т.д.

Для исследования влияния различных факторов на общие логистические издержки в системе и уровень конкурентоспособности предприятия разработана имитационная модель, моделирующая рассматриваемые варианты цепи поставок продукции.

Проведение экспериментов с моделью позволяет оценить степень влияния стоимости продукции, размера неудовлетворенного спроса на общие логистические издержки в системе доставки продукции.

Использование имитационной модели с целью анализа эффективности системы товародвижения и уровня сервиса (показатель время ожидания потребителем), позволяет определить рекомендуемый вариант транспортно-логистической схемы доставки продукции, основываясь на общих логистических издержках в процессе доставки и реализации продукции.

### **Список литературы**

1. Гельвих Е.А. Влияние логистических издержек на конкурентоспособность продукции // Молодой учёный. 2019. № 4. С. 223-227.

**Копылова О.А.**, канд. техн. наук, доц. каф.,  
**Зарипов В.А.**, студент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦЕПИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПОСТАВОК МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

В настоящее время металлургическая отрасль в России функционирует в условиях нестабильной финансово-экономической обстановки, вызванной санкционным давлением. Компании вынуждены менять свои устоявшиеся логистические цепочки поставок, корректировка которых сопряжена с дополнительными издержками. В сложившихся условиях от предприятий требуется использование гибких инструментов и подходов, позволяющих максимально быстро адаптироваться к внешним факторам [1].

В работе изучены основные подходы при проектировании цепи поставок. Традиционный подход предусматривает минимизацию издержек каждого отдельного элемента в системе товародвижения. Логистический подход предполагает выделение сквозного элемента управления (материального потока), общие логистические затраты которого стремятся к минимуму [2].

В данной работе рассмотрены особенности организации цепи международных поставок металлургических предприятий на основе использования логистического подхода и учета рисков альтернативных схем транспортировки.

Определены и систематизированы основные риски международной перевозки, которые представлены в виде диаграммы Исикавы. Выделенные риски имеют разную вероятность наступления и степень ущерба, поэтому для учета и оценки риска международной перевозки использован метод аналитической иерархии. Оценка уровня рисков международной перевозки проводилась на примере организации поставок для металлургического предприятия ПАО «ММК» в международном сообщении Китай-РФ.

Логистический подход при выборе схемы транспортировки в работе реализован на основе расчета общих логистических издержек путем построения имитационной модели методом системной динамики [3].

Использование имитационной модели и полученных результатов работы позволит более оперативно реагировать на изменяющиеся внешние условия, опираясь не только на транспортные издержки, но и учитывая риски того или иного маршрута и общие логистические издержки при проектировании цепи поставок.

### Список литературы

1. Кузнецов А. Тенденции развития мировой логистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mj.r.ru/blog/tendentsii-razvitiya-mirovoy-logistiki-v-2021/>
2. Транспортная логистика / Гавришев С.Е. Дудкин Е.П., Корнилов С.Н., Рахмангулов А.Н., Трофимов С.В. СПб., 2003. 279 с.

**Рахмангулов А.Н.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Ишмуратов В.Б.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Промышленный железнодорожный транспорт постоянно повышает качество транспортного обслуживания производства в условиях увеличения объёма перевозок и одновременно стремится к снижению затрат [1]. Качество транспортного обслуживания достигается в результате обеспечения своевременности и сохранности перевозок, а также согласованности функционирования промышленного и магистрального железнодорожного транспорта [2]. Качество транспортного обслуживания является необходимым условием сокращения логистических издержек предприятия, в частности, в результате снижения излишних запасов.

Эффективным инструментом повышения качества транспортного обслуживания является интеллектуальная транспортная система (ИТС). В докладе доказана необходимость совершенствования технических средств регистрации исходных данных о перевозочном процессе, как критически важного элемента ИТС. Недостаточное качество информационных потоков из-за ввода исходных данных вручную снижает оперативность принимаемых управленческих решений [3].

Выполнен сравнительный анализ существующих и перспективных технических средств регистрации исходных данных на железнодорожном транспорте. Выявлены причины недостаточной эффективности использования известных технических средств регистрации данных о перевозочном процессе на промышленном железнодорожном транспорте. Предложен подход к комбинированию технических средств, учитывающий специфику промышленного железнодорожного транспорта. Представлен способ программной компенсации потерь исходных данных, основанный на использовании метода имитационного моделирования. В дальнейших исследованиях предполагается совершенствование имитационной модели перевозочного процесса на промышленном железнодорожном транспорте путём интеграции в имитационную модель алгоритмов прогнозирования.

### Список литературы

1. D'Ariano A. Innovative Decision Support System for Railway Traffic Control // IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine. 2009. 1. № 4. С. 8–16.
2. Rakhmangulov A., Śladkowski A., Osintsev N. Design of an ITS for Industrial Enterprises // Intelligent Transportation Systems – Problems and Perspectives / A. Śladkowski. Cham: Springer International Publishing. 2016. С. 161–215.
3. Городнова Н. Метод оценки качества информационных потоков при формировании big data в цифровой экономике // Russian Journal of Innovation Economics. 2022. 12. № 1. С. 607–624.

**Попова Е.В.**, аспирант  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ И. АДИЗЕСА НА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ**

В настоящее время большинство горнодобывающих предприятий испытывают проблемы, связанные с изменением потребительского спроса, ассортимента выпускаемой продукции, а также с вводимыми некоторыми странами запретительными мерами на ряд производимых продуктов. В таких условиях горнодобывающее предприятие должно обладать устойчивостью к изменениям потребностей в выпускаемой продукции, уметь своевременно изменять конфигурацию сбытовой логистической сети, организовывать участников цепей поставок. Показано, что решение соблюдения данных требований горнодобывающим предприятием связано с необходимостью изменения технологических процессов для чего необходима гибкая система организации производства.

Выполнен анализ различных методологий организации гибких производственных процессов. Показано, что методология И. Адизеса [1], нацеленная на руководство организационными преобразованиями, наиболее полно соответствует современным требованиям. Данная методология предоставляет возможность увидеть организационные тенденции предприятия, оценить результативность и актуальность принимаемых решений, проанализировать потенциал руководства предприятия. Представлены результаты диагностики горнодобывающего предприятия с использованием методологии И. Адизеса горнодобывающего предприятия. Выявлены слабые стороны организационной структуры, заключающиеся в несогласованном принятии решений разными подразделениями предприятия. Выполнен анализ возникающих затрат и потерь, связанных с несогласованной работой. Результаты анализа показали, что структурные подразделения предприятия находятся на разных стадиях развития, тогда как в системе управления применяются унифицированные принципы и методы. Это приводит к различию в понимании общих целей и задач предприятия, нацеленность на достижение локальных показателей, уменьшению объемов и снижению качества выпускаемой продукции [2].

В результате организационных изменений были исключены пересечения процессов в рамках схожих функций. Введено сквозное управление для организации взаимодействия структурных подразделений. Были организованы дирекции по функциональным направлениям и зонам ответственности, что позволило увеличить прибыль предприятия.

### **Список литературы**

1. Адизес И. Стили менеджмента - эффективные и неэффективные. М.: Альпина Паблишер. 2013. 260 с.
2. Печенкина Н.С., Степанова Е.И. Стадии жизненного цикла организации по И. Адизесу // Научные механизмы решения проблем инновационного развития : сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях, Уфа, 01 апреля 2017 года. Том Часть 2. Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна". 2017. С. 129-134.

**Дехконов М.М.**, ассистент

Ташкентский государственный транспортный университет,  
г. Ташкент, Узбекистан

## **К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ «СУХИХ ПОРТОВ» НА ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА**

После 90-х годов двадцатого века зарождение и погашение потоков контейнеров поменяли направление от Европейского континента на Азиатско-Тихоокеанский регион, о чем свидетельствует бурное развитие экономики Китая, Японии и Кореи. Такая же тенденция наблюдается в международной корреспонденции грузопотоков из Узбекистана, которая преимущественно осуществляется доставками грузов контейнерами. Контейнерные перевозки из-за своей мобильности, а также унификации становятся популярными при интермодальных перевозках. В связи с чем, большинство транспортных компаний дают предпочтение организации контейнерных перевозок различного формата и параметра.

В настоящее время перевозка контейнеров различными видами транспорта имеет тенденцию роста. По прогнозам авторитетных компаний, в скором времени более 80% отправляемых грузов железнодорожным транспортом будут перевозиться в контейнерах. Традиционные перевозки в вагонах будут осуществляться в местном сообщении.

На сегодняшний день в странах СНГ и Узбекистана на рынке железнодорожных перевозок при доставке крупнотоннажных контейнеров грузоотправителям предоставляются следующие услуги:

- групповые и одиночные перевозки. Отгрузка контейнеров осуществляется на контейнерных площадках, примыкающих к станциям, которые открыты для переработки данных категорий грузов с маршрутной скоростью до 450 км;

- ускоренные международные контейнерные поезда. Контейнерные поезда, которые осуществляют перевозку между крупными узловыми станциями, на которых имеются подъездные пути, примыкающие к контейнерным терминалам, которые формируют контейнерные поезда по согласованию с маршрутной скоростью до 800 км;

- контейнерные блок-поезда. Данный поезд курсирует между крупными контейнерными терминалами по твердому графику с маршрутной скоростью от 800 км. Примером может служить контейнерный экспресс-поезд, который курсировал по графику. В неделю два раза отправлялся по маршруту Ташкент-Товарный – Андижан-Северный.

### Список литературы

1. Контейнеризация как фактор развития организации перевозок грузов / Ш.Р. Абдувахидов, Ф.К. Азимов, Г.Р. Ибрагимова, Д.И. Илесалиев, А.Ф. Исмагуллаев // Логистические системы в глобальной экономике. 2020. № 10. С. 49-52.

**Ташматова М.С.**, ст. преподаватель,  
Ташкентский государственный транспортный университет,  
г. Ташкент, Узбекистан

## **К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЕРЕВОЗОК СКОРОПОРТЯЩЕЙСЯ ПРОДУКЦИИ В РЕФРИЖЕРАТОРНЫХ КОНТЕЙНЕРАХ**

Представлены результаты анализа динамики перевозок бахчевых культур железнодорожным транспортом. Бахчевые культуры являются одной из экспортных статей для Узбекистана и потеря исконно узбекских рынков в промышленно развитых регионах России и Казахстана не может устраивать республику. Наибольший объем производства бахчей отмечен в дехканских (личных подсобных) хозяйствах – 1159,7 тыс. т, или 54,3% от общего объема их производства.

Выявлены основные причины порчи скоропортящихся грузов, основным из которых является неправильная укладка ящиков в рефрижераторный контейнер. Сохранность качества скоропортящихся продуктов в процессе их доставки тем выше, чем точнее обеспечиваются оптимальные способы укладки для каждого рода продукта. Такие параметры точности способов укладки на практике диктуют высокие требования к рефрижераторным вагонам и контейнерам.

Решены вопросы размещения ящиков с бахчевой культурой в контейнер. Ящики с бахчей укладывают длинной стороной вдоль рефрижераторного контейнера плотно один к другому и к продольным стенам рефрижераторных контейнеров так, чтобы все строки головки нижних ящиков точно входили в имеющиеся для них пазы ящиков верхнего яруса.

При этом весь контейнер делится на три зоны:

1. Зона ABCD, в которой ящики расположены так, что ребра ящиков с длиной  $b_1$  параллельны ребру контейнера с длиной  $l_1$ .
2. Зона BEFL, в которой ящики расположены так, что ребра с длиной  $b_1$  параллельны ребру контейнера с длиной  $l_1$ .

Созданы условия повышения качества доставки бахчевых культур железнодорожным транспортом. Так, в зависимости от вида укладки ящиков в рефрижераторных вагонах и контейнерах обеспечивается циркуляция воздушных масс по схемам укладки ящиков, что способствует обеспечению сохранности плодовоовощной продукции при транспортировке в рефрижераторных вагонах и контейнерах.

### Список литературы

1. Баскаков П.В. Проблемы организации контейнерных перевозок // Бюллетень объединенного ученого совета ОАО РЖД. 2017. № 5-6. С. 53-59.

**Исматуллаев А.Ф.**, канд. техн. наук (PhD), доцент,  
Ташкентский государственный транспортный университет,  
г. Ташкент, Узбекистан

## **К ИССЛЕДОВАНИЮ О ДАЛЬНЕЙШЕМ РАЗВИТИИ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА ЖАЛОИР**

Одна из прогрессивных форм технологии планирования и организации контейнерных блок-поездов на железной дороге – специализация железнодорожных станций в региональных железнодорожных узлах. Данная форма позволит:

- сократить простой фитинговых вагонов под погрузочными и разгрузочными операциями за счёт консолидации и распределения контейнеров в одном терминале;
- организовать эффективное экспедирование контейнеров за счёт централизованного завоза и вывоза грузов;
- создать благоприятные условия для развития логистики за счёт цифровизации контейнерных перевозок.

Учитывая, что в Узбекистане импорт намного преобладает над экспортом, контейнерные терминалы преимущественно предназначают для выгрузки. В связи с этим можно принять, что терминал концентрирует контейнеропоток с автомобильного транспорта, преобразовав его многочисленные параметры, отправляет контейнерным блок-поездом до другого контейнерного терминала.

Контейнерный терминал, расположенный в транспортном узле предназначен для аккумулирования, консолидации, преобразования и управления грузопотоком в узле и выходах из узла.

Необходимо разработать математическую модель по выбору числа и размещения контейнерных терминалов в зависимости от значений параметров контейнеропотока, который будет примыкать к определенной железнодорожной станции. Методы исследования базировались на существующих методах поиска рационального размещения логистических объектов для целей создания в железнодорожных узлах специализированных терминалов. На рис. 2 приведена схема распределения специализированных железнодорожных станций в региональном железнодорожном узле.

При оценке эффективности специализированной станции, формирующие контейнерные блок-поезда, необходим системный подход, который должен включать:

- организация устойчивого режима функционирования контейнерного терминала, примыкающего к опорной станции;
- организация ритмичности и согласованности подачи фитинговых платформ на грузовой фронт контейнерного терминала.

### Список литературы

1. Контейнеризация как фактор развития организации перевозок грузов / Ш.Р. Абдувахидов, Ф.К. Азимов, Г.Р. Ибрагимова, Д.И. Илесалиев, А.Ф. Исматуллаев // Логистические системы в глобальной экономике. 2020. № 10. С. 49-52.



**Адилова (Мухамедова) З.Г.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Эргашева З.В.**, канд. техн. наук, и.о. доц.,  
Ташкентский государственный транспортный университет,  
г. Ташкент, Узбекистан

## **СУЩЕСТВУЮЩИЕ БАРЬЕРЫ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

По мере интеграции Узбекистана в мировое сообщество, возрастает необходимость в сокращении транспортных и торговых барьеров, а также в оптимизации международных перевозок грузов, путём совершенствования транспортной логистики. В настоящее время, помимо проблем, существующих в системе железнодорожных перевозок, в Узбекистане наблюдается недостаточное развитие инфраструктурных объектов логистики и коммуникаций, которые можно было бы использовать для организации хранения, переработки и упаковки экспортно-импортных грузов. Например, Узбекистан производит значительное количество сельскохозяйственной продукции, однако из-за отсутствия соответствующих логистических центров по обработке, упаковке и их хранению, более 50% продукции становятся неконкурентными на внешних рынках.

Учитывая ежегодно возрастающие объемы торговли между странами Юго-Восточной Азии и Европы, а также перспективность использования транспортно-транзитного потенциала Узбекистана, вызывает необходимость улучшения транспортной и торговой инфраструктуры, которые включают в себя создание современных складских комплексов по хранению, переработке, складированию и распределению экспортно-импортных грузов. Эти складские терминалы могли бы обслуживать как внутренние грузы, так и грузы, проходящие транзитом через Узбекистан. Создание Логистических Центров с функциями и всей надлежущей инфраструктурой «сухого порта» (с учётом транзита к морским путям через прилегающие страны) могли бы стать хорошим решением по оптимизации международных перевозок грузов.

Наряду с проводимыми работами по обновлению и реконструкции железнодорожных путей, необходимо принять меры по оптимизации всей цепочки организации грузоперевозок. Можно отметить, что решениями данного вопроса могут стать - широкое использование контейнеров и распространение блок-трейн. Для внедрения технологии контейнерного «блок-трейн» на железных дорогах Республики необходимо учитывать все особенности, связанные с обслуживанием контейнерного потока такие как технические и технологические параметры разработанные и внедренные в перевозочный процесс [1,2].

### **Список литературы**

1. Мухамедова З.Г., Эргашева З.В. К вопросу о развитии транспортной инфраструктуры Узбекистана // Научно-технический журнал Известия Трансиба-2021. №2(46). С.105-113. ISSN 2220-4245
2. Mukhamedova, Z. Improving the Design Concepts of Equipment for the Assembly Platform of a Rail Service Car Considering Reliability Rates and Real State / Z. Mukhamedova, S. Fayzibaev, Z. Ergasheva // IP Conference Proceedingsthis link is disabled.- 2022.- 2432, 030052.

**Цыганов А.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА СОБЛЮДЕНИЯ ВОДИТЕЛЯМИ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ИГР**

При обучении и сдаче итоговых испытаний на право управления автомобильным транспортным средством перед гражданами ставится условие неукоснительного соблюдения требований правил дорожного движения (ПДД). При этом в процессе управления автомобилем по различным причинам соблюдение водителем требований ПДД осуществляется не в полной мере. В конечном итоге, при определённом стечении факторов, отклонение от нормативного управления автомобилем приводит к дорожно-транспортному происшествию и травме водителя. В масштабе страны уровень дорожно-транспортного травматизма формируется продолжительностью во времени, количеством водителей и объёмом соблюдаемых ими требований ПДД.

Выявление причин несоблюдения водителями ПДД, разработка управленческих решений по их устранению и оценка их эффективности в данной работе не является решаемой задачей. Более того, имеется значительное количество исследований, посвящённых её решению, например [1]. Соблюдение водителем требований ПДД в процессе управления автомобилем можно представить как модель поведения водителя. Рассмотрение данной модели с позиции методологического аппарата теории игр позволяет говорить о возможных стратегиях поведения водителя, а самого водителя рассматривать как участника игры – игрока.

Стратегии рассматриваемого игрока будут находиться в диапазоне от полного соблюдения им требований ПДД до их полного игнорирования. В зависимости от применяемой водителем стратегии поведения, формируется его выигрыш – мера эффекта для игрока. Эффект позволяют оценить разные показатели. Он может выражаться через время, затрачиваемое на перемещение по определённому маршруту; количество зарегистрированных административных правонарушений в заданный временной интервал и т.п.

Автор предполагает, что оценка стратегий поведения игрока через функцию выигрыша позволит подтвердить гипотезу о том, что в понимании водителя, управление автомобильным транспортным средством при неукоснительном соблюдении требований ПДД не приводит к максимизации выигрыша. Иначе говоря, водитель тяготеет к той стратегии и связанной с ней степени соблюдения ПДД, которая для него более выигрышна. Это позволит сделать вывод о различии целей и интересов ГИБДД и водителей как основном факторе, сдерживающем достижение в стране уровня безопасности дорожного движения развитых зарубежных стран.

### **Список литературы**

1. Оперативное управление безопасностью дорожного движения на основе мониторинга пассажирских перевозок / Рахмангулов А.Н., Гридина О.А., Цыганов А.В., Осинцев Н.А. // Материалы международной научно-практической конференции «Развитие инфраструктуры транспорта и технологий перевозочного процесса в современных условиях». Хабаровск: ДГУПС, 2007. С. 101-106.

**Илесалиев Д.И.**, д-р техн. наук, проф.,

**Светашева Н.Ф.**, аспирант

Ташкентский государственный транспортный университет,  
г. Ташкент, Узбекистан

## **УГРОЗЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ УЗБЕКИСТАНА В УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ТУРКМЕНИСТАН – АФГАНИСТАН – ТАДЖИКИСТАН**

Представлены результаты исследования взаимодействия транспортных систем стран Центральной Азии. Выявлено, что подробных исследований структуры, функционирования, параметрического описания транспортных коридоров проводилось недостаточно. Вместе с тем транспортные коридоры, проходящие через Центральную Азию, обеспечивают своевременность доставки, надежность и сохранность перевозимых грузов. Отсюда возникает теоретическая и практическая актуальность исследования транспортных коридоров Центральной Азии.

Учитывая сложившуюся ситуацию в мире, важное значение приобретают развитие альтернативных транспортных маршрутов, а также дальнейшее упрощение процессов международных грузовых перевозок [1]. Совместными усилиями стран Центральной Азии, разработаны новые мультимодальные транспортные маршруты “Китай – Кыргызстан – Узбекистан – Афганистан” и “Страны Азиатско-Тихоокеанского региона – Китай – Кыргызстан – Узбекистан – Туркменистан – Азербайджан – Грузия – Турция – Европа”. Важное значение в этих направлениях приобретают ускорение реализации проектов строительства железных дорог “Китай – Кыргызстан – Узбекистан”. До завершения строительных работ необходимо наладить работу транспортных коридоров путем организации мультимодальных перевозок, так как параллельно начались работы по продвижению проекта строительства железной дороги Туркменистан – Афганистан – Таджикистан.

Исследованы, возможные варианты поэтапного строительства железной дороги Туркменистан – Афганистан – Таджикистан. Определены возможные сценарии развития разветвленности планируемой железной дороги в сторону пакистанских портов. Также выявлены основные угрозы от строительства новой железной дороги, и его влияние на развитие транспортной системы Узбекистана.

Приведены слабые и сильные стороны варианта развития транспортной системы Узбекистана, в условиях формирования нового транспортного направления, который будет параллельно планируемой железной дороге Китай – Кыргызстан – Узбекистан. Также, после завершения строительства дороги Таджикистана и Афганистана появится рычаг давления для продвижения национальных интересов.

### **Список литературы**

1. Илесалиев Д.И., Махматкулов Ш.Г. Перспективы и направления транспортного развития Узбекистана в условиях формирования железных дорог Афганистана // Инновационный транспорт. 2020. №3(37). С. 3-6

**Адилова (Мухамедова) З.Г.**, д-р техн. наук, проф.,

**Тулаев А.У.**, аспирант

Ташкентский государственный транспортный университет, г. Ташкент, Узбекистан

## **ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОММЕРЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЫНКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК В УЗБЕКИСТАНЕ**

Транспорт воздействует на степень доступности территорий, способствует более глубокой специализации и комплексного развития.

Рассмотрим данные, позволяющие охарактеризовать состояние и наметить направления совершенствования коммерческой инфраструктуры рынка железнодорожных грузоперевозок.

Перечень транспортно-экспедиторских компаний и собственников (арендаторов), операторов вагонов, имеющих договора на 2022 фрахтовый год приведена в [1,2]. Как видно транспортно-экспедиторские компании Узбекистана насчитывают только 7, что составляет всего  $7 \times 100 / 73 = 9,6\%$ .

Как видно наибольшую численность занимают компании Казахстана. В связи с методологической составляющей, это не занижает потенциальный эффект мультипликатора от вложений в КИЖ и сдерживает потенциальный рост совокупных доходов.

В отношении железнодорожной инфраструктуры можно сделать вывод, что она находится на начальном этапе своей модернизации, но властями предпринимаются усилия по его развитию. Так, по новому транзитному маршруту «Кашгар – Ош – Андижан – Галаба – Хайратон» уже запущен поезд в составе из 12 единиц 40-футовых контейнеров. В состав груза вошли продовольственные товары, бытовая техника и продукция для нужд народного хозяйства. Товары были сформированы в контейнеры китайской стороной, а на станции Ош (Кыргызстан) контейнеры были погружены на фитинговые платформы, принадлежащие Узбекистану.

Однако результаты проведенных анализов в сфере показывают, что недостаточно сформированы нормативно-правовые документы, в полной мере охватывающие деятельность транспортно-логистических центров и всей отрасли. Также необходимо выполнить ряд работ по реформированию деятельности транспортно-логистических центров.

### Список литературы

1. Мухамедова З.Г., Эргашева З.В. К вопросу о развитии транспортной инфраструктуры Узбекистана // Научно-технический журнал Известия Трансиба. 2021. №2(46). С.105-113 ISSN 2220-4245

2. Mukhamedova, Z. Improving the Design Concepts of Equipment for the Assembly Platform of a Rail Service Car Considering Reliability Rates and Real State / Z. Mukhamedova, S. Fayzibaev, Z. Ergasheva // IP Conference Proceedingsthis link is disabled. 2022. 2432, 030052.

**Саидвалиев Ш.У.**, PhD., доцент,  
**Сатторов С.Б.**, старший преподаватель,  
Ташкентский государственный транспортный университет транспорта,  
г. Ташкент, Узбекистан

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ВАГОНА НА ТОРМОЗНЫХ ПОЗИЦИЯХ СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРОК**

При проектировании сортировочных горок, выборе ее оптимальных параметров большое значение имеют точные величины кинематических параметров движения вагонов, отцепов на всех ее участках. Выявлено, что используемые формулы существующей методики расчета сортировочных горок содержат значительное количество некорректностей и не содержит некоторых выражений для определения важных кинематических величин. Определено математическое описание движения вагона на участках тормозных позиций сортировочной горки с использованием теоремы об изменении кинетической энергии для несвободной материальной точки в конечной форме. Данный подход позволяет решить ранее трудноразрешимую задачу по выводу формулы пути торможения вагона на участках тормозных позиций сортировочных горок. Полученная математическая модель апробирована на конкретном примере. Построенная зависимость пути торможения от начальной скорости вагона позволяет судить об ее возрастающем квадратичном характере. Показаны формулы пути торможения вагона с позиции классической механики, который доказывает корректность и применимость построенных математических моделей применительно к зоне торможения вагона на всех участках тормозных позиций.

Результаты расчётов пути торможения вагона на тормозных позициях сортировочных горок с использованием предложенных формул и формулы пути элементарной физики позволили отметить, что при одном и том же значений начальной скорости, они дают одинаковые результаты. Это подтверждает неоспоримость, корректность и применимость построенных математических моделей применительно к зоне торможения вагона на всех участках тормозных позиций.

### Список литературы

1. Туранов Х.Т., Гордиенко А.А., Саидвалиев Ш.У. О подходе к определению некоторых кинематических параметров движения вагона на тормозных позициях сортировочных горок // International Journal of Advanced Studies. 2018, Vol 8, №4. С. 122 - 136. DOI: 10.12731/2227-930X-2018-4-122-136. ISSN 0236-1914.
2. Туранов Х.Т., Илесалиев Д.И., Саидвалиев Ш.У. О неточности формулы воздушного сопротивления при движении вагона по профилю сортировочной горки // Транспорт: наука, техника, управление. 2021, № 1. С. 11-16. ISSN 0236-1914.

**Светашев А.А.**, канд. техн. наук, доц.,

**Икрамова Д.З.**, аспирант

Ташкентский государственный транспортный университет транспорта,  
г. Ташкент, Узбекистан

## **ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПАССАЖИРСКИЙ ВОКЗАЛ КАК МНОГОНАПРАВЛЕННАЯ СИСТЕМА КРОСС-ДОКИНГА**

Представлены результаты исследования взаимодействия железнодорожного пассажирского вокзала и его влияние на развитие транспортного сектора страны. Выявлено, что подробные исследования структуры, функционирования, параметрическое описание пассажирских железнодорожных вокзалов проводилось не достаточно. Вместе с тем железнодорожные пассажирские перевозки обеспечивают своевременность, регулярность и надежность в процессе перевозки, как жителей, так и гостей нашей столицы. Отсюда возникает теоретическая и практическая актуальность исследования пассажирских комплексов Узбекистана.

Железнодорожный транспорт, играя важную роль в обеспечении транспортной подвижности нашей страны и обладает широким спектром активов, огромным потенциалом взаимодействия с другими видами транспорта [1]. Поэтому для того, чтобы ускорить продвижение пассажиров в межгосударственном сообщении предлагается организация ведения пассажирских перевозок по системе кросс-докинг.

Суть данного метода заключается в том, что пассажир пользующийся услугами железнодорожного транспорта, после приобретения проездного документа, попадая в многонаправленную систему пассажирского вокзала, мог воспользоваться попутно идущим транспортным средством в его направлении не дожидаясь прибытия своего поезда, и далее воспользоваться другим видом общественного транспорта не прибегая при этом к приобретению другого проездного документа.

Исследованы, возможные варианты создания единого транспортного документа и ввод его в продажу. Определены дальнейшие пути для привязки единого транспортного документа к различным видам транспорта. Также были рассмотрены сильные и слабые стороны при интеграции единого транспортного документа в мультимодальные пассажирские перевозки.

Предложены технико-технологические решение для создания современных транспортных пересадочных узлов для развития транспортной системы Узбекистана, в условиях формирования новых транспортных направлений.

Подводя итог можно сказать следующее, что развитие транспортных систем, их адаптация к условиям рынка приводит к необходимости качественного изменения функций и структуры транспортно-пересадочных узлов.

### Список литературы

1. Флягина Т.А. Экономическое обоснование механизма управления компанией по перевозкам пассажиров в дальнем следовании: дис. ... канд. экон. наук: – Москва, 2019. 185 с.

**Зарипов В.А.**, студент

**Мишкурлов П.Н.**, канд. техн. наук, доц.,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МОДЕЛЬ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ В СРЕДЕ ANYLOGIC**

Основным инфраструктурным объектом железнодорожной станции является её путевое развитие. Данные об этой схеме могут вводиться в имитационную модель программно, на основе чтения данных о расположении железнодорожных путей и стрелочных переводов из файла или базы данных, а также вручную. Выявлены причины недостаточной точности описания путевого развития в имитационной модели, что в свою очередь приводит к расхождению результатов моделирования и фактических данных о перевозочном процессе [1]. Важным условием, которое должно соблюдаться при описании схемы путевого развития, является соблюдение её масштаба. Это необходимо потому, что при описании операций перевозочного процесса указывается скорость движения поездов или маневровых составов. Поэтому для корректного отображения в модели продолжительности технологических операций необходимо, чтобы длины путей соответствовали реальным длинам железнодорожных путей.

Предложен подход к комбинированию способов описания схемы путевого развития в имитационных моделях, учитывающий специфику технологии обработки поездов на внутризаводских железнодорожных станциях. При этом, в синхронных имитационных моделях [2] предполагается использование как масштабных схем путевого развития, так и абстрактных схем. В дальнейших исследованиях предполагается совершенствование синхронных имитационных моделей железнодорожных станций на основе интеграции в имитационную модель алгоритмов формирования масштабной виртуальной схемы путевого развития.

### Список литературы

1. Имитационные модели в цифровых двойниках железнодорожных узлов / А.Н. Рахмангулов, С.Н. Корнилов, П.Н. Мишкурлов, Д.В. Александрин // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2022. № 3(55). – С. 43-59.
2. Мишкурлов П.Н., Рахмангулов А.Н. Особенности построения агентной имитационной модели железнодорожной станции // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2021. Т. 11, № 1. С. 29-40.

**Эргашева В.В.**, ст. преподаватель,  
**Мансуров Ю.Н.**, д-р техн. наук, проф.  
Ташкентский государственный транспортный университет,  
г. Ташкент, Узбекистан

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СПЛАВОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ МОРСКИХ КОНТЕЙНЕРОВ**

На сегодняшний день самым распространенным и современным способом транспортировки являются контейнерные перевозки грузов. Они успешно применяются как на международных, так и на внутренних транспортных артериях. Контейнер представляет собой прямоугольную камеру, предназначенную для перевозки практически любых видов груза. Таким образом перевозки в контейнерах являются наиболее прогрессивным типом перевозок так как сохраняется высокая прочность и надежность. [1] В настоящее время используются разные типы контейнеров, которые отличаются не только грузоподъемностью, но и по назначению. В данном тезисе предлагается усовершенствовать конструкцию контейнера за счёт использования алюминиевых сплавов, что приведет к значительному снижению веса пустых 40-футовых грузовых контейнеров в прогнозе на 20% и соответственно приведет к значительной экономии топлива, а также к сокращению потребления энергии в течение 15-летнего срока службы контейнеров. [2] Снижение энергопотребления и, следовательно, выбросов парниковых газов за счет использования легких транспортных контейнеров было неизученной стратегией. В связи становится возможным дальнейшее снижения веса пустого контейнера без ущерба прочности и функциональности традиционного стального контейнера. Планируется разработать новый дизайн 40-футового контейнера из алюминиевых сплавов. Вес тары традиционного 40-футового грузового контейнера составляет около 3750 кг. Напротив, вес композитной конструкции того же контейнера, по соответствующим расчетам, будет составлять всего около 822 кг. Что втрое уменьшает вес тары соответственно значительно уменьшает нагрузки, приходящиеся на конструкцию платформы, а, следовательно, и рельсового пути. Данная задача является наиболее актуальной на сегодняшний день и требует дальнейшей разработки на данный момент времени.

### Список литературы

1. Легкие контейнеры для перевозки грузов: Влияние жизненного цикла на мультимодальные перевозки грузов / Бьюкенен, К.А.; Чарара, М.; Салливан, Дж.Л.; Льюис, Г.М.; Кеолеян, Г.А. // *Трансп. Часть D-Transp. Environ.* 2018, 62, 418–432.
2. Эргашева В.В., Рахматов Х.А., Музаффаров Ф.Ф. Математическое моделирование кузовов крытых вагонов // *Транспорт и логистика: актуальные проблемы стратегического развития и оперативного управления: VI международная научно-практическая конференция, Ростов-на-Дону, 04–05 февраля 2022 года. Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2022. С. 280-283. EDN USXRQD.*



**Фридрихсон О.В.**, канд. техн. наук, заведующий кафедрой ЛиУТС,  
**Мишкурлов П.Н.**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЛиУТС,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Гаганова Е.А.**, заведующий отделением ОПиУТ,  
ФГБОУ ВО «ЧИПС УрГУПС», г. Челябинск, РФ

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА РУДНИКА НА ОСНОВЕ СЕТИ С ДИНАМИЧЕСКОЙ ТОПОЛОГИЕЙ**

Добыча полезных ископаемых является одной из основных отраслей экономики любой страны. На долю добычи полезных ископаемых по итогам 2022 года приходится более 12% ВВП России.

Анализ усредненной структуры затрат предприятий по добыче металлических руд показал увеличение в 2022 г. по сравнению с аналогичными показателями в 2018 г. доли статей «Топливо» и «Энергия» в 1,77 и 1,4 раза соответственно. Увеличение доли указанных статей затрат связано не только с повышением стоимости топлива и электроэнергии, но и с исчерпание резервов легкооткрываемых рудных тел, повышением сложности добычи полезных ископаемых, в том числе на более глубоких горизонтах месторождений [1].

Транспортные расходы преобладают в структуре затрат на добычу и производство концентрата руды и достигают 60% от общих затрат. Следовательно, разработка инструментов по совершенствованию перевозочного процесса является одним из наиболее перспективных направлений сокращения затрат горнодобывающего предприятия [1].

Одним из наиболее сложных для формализации факторов функционирования транспортно-технологической системы рудника, в частности определение оптимальных параметров расписания движения рудничного транспорта, является динамический характер ее работы. Первый уровень динамичности обеспечивается планами перспективного развития выработок, второй – последовательным увеличением плеча откатки транспорта от места погрузки до места передачи горной массы на другой вид транспорта.

Повышение эффективности работы транспортно-технологической системы рудника возможно в результате динамической оптимизации параметров ее работы в оперативном режиме. Основой математической модели является представление транспортной сети рудника в виде сети с динамической топологией. На основе сформулированной математической модели в среде моделирования Any Logic становится возможной реализация имитационной модели работы транспортно-технологической системы рудника.

### Список литературы

1. Разработка математической модели транспортно-технологической системы рудника / Фридрихсон О.В., Мишкурлов П.Н., Корнилов С.Н., Копылова О.А. // Вестник транспорта Поволжья. 2022. №4. С.75-82.

**Пыгалева О.А.**, канд. техн. наук, доцент кафедры ЛиУТС,  
**Слободонюк Д.Д.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 21500-2014 «Руководство по проектному менеджменту» под жизненным циклом проекта понимается определенная последовательность фаз, продолжающаяся от начала до окончания проекта. ГОСТ Р 54869-2011 «Требования к управлению проектом» установлено, что под проектом понимается комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленный на создание уникального продукта или услуги в условиях временных и ресурсных ограничений. И. Адизесом предложено определение понятия жизненный цикл организации - совокупность стадий развития, которые проходит фирма за период своего существования.

Не смотря на нормативную и методическую проработку отдельных понятий, подход к управлению предприятиями с точки зрения управления их жизненным циклом по-прежнему требует дополнительного исследования. Так, например, управление предприятиями перерабатывающей отрасли может быть организована с помощью модели, предложенной И. Адизесом, поскольку, при реализации мероприятий, направленных на сырьевую самостоятельность, своевременное внедрение технологий индустрии 4.0, инвестиций в человеческие ресурсы, компания может существовать продолжительное время.

В тоже время жизненный цикл горнодобывающего предприятия (ГДП) определяется лицензионными условиями, требованиями технической безопасности ведения горных работ, оптимальным сочетанием экономических интересов недропользователя, состоянием и перспективами развития сырьевой базы, сохранением минерально-сырьевого потенциала для будущих поколений, уровнем использования технической базы при соблюдении природоохранных требований. Промышленное освоение запасов месторождения включает в себя следующие стадии: лицензирование (1), изыскательские и геологоразведочные работы (2), проектирование (3), строительство (4), эксплуатацию (добычу и обогащение) (5), ликвидацию предприятия (6), рекультивацию нарушенных земель (7) [1]. На этапе принятия решения инвестор должен располагать подтвержденной экспертной оценкой о совокупной стоимости владения объектом. Наибольшую сложность в процессе прогнозирования расходов на горизонте 30-50 лет представляют собой стадия эксплуатации и рекультивации.

### **Список литературы**

1. ИТС 16-2016. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы // Москва, Бюро НДТ. 2016. 218 с.

**Пыгалева О.А.**, канд. техн. наук, доцент кафедры ЛиУТС,  
**Антонов А.Н.**, старший преподаватель кафедры ЛиУТС,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МОДЕЛЬ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В соответствии с рекомендациями по стандартизации Р 50.1.031-2001 «Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Стадии жизненного цикла продукции» одним из обязательных компонентов системы управления жизненным циклом проекта (ЖЦП) является интегрированная логистическая поддержка (ИЛП), под которой понимается методика управления, нацеленная на оптимизацию затрат в течение всего ЖЦП. Она включает элементы влияния на процесс проектирования с целью определения условий протекания постпроектных стадий ЖЦП, выполнение которых обеспечит максимальную совокупную прибыль на всем горизонте реализации проекта [1].

К этапам ИЛП процессов управления и принятия решений на всех этапах функционирования горнодобывающего предприятия относятся (ГДП):

- логистический анализ - применение в процессе проектирования и управления ГДП комплекса научно обоснованных решений с целью достижения эксплуатационных и финансовых показателей функционирования ГДП на горизонте ЖЦП (1);

- логистический план поддержки постпроектной станции ЖЦП ГДП (2);

- план материально-технического обеспечения ЖЦП ГДП – обоснование и прогнозирование номенклатуры и количества требуемых ресурсов, необходимых для функционирования ГДП на каждой стадии ЖЦП (3);

- интегрированные процедуры поддержки – помимо процедур 1-3, включают операции планирования и выполнения ремонта и модернизации основных средств, выполняемых на основе анализа логистических данных об объекте.

Основой логистической поддержки ЖЦП ГДП является логистические данные об объекте инфраструктуры предприятия – массив данных, формируемых в процессе проектирования и эксплуатации объектов ГДП, всесторонне описывающий фактическое состояние объекта, являющийся статистической базой для принятия обоснованных управленческих решений на каждой стадии ЖЦП ГДП. Кроме того, логистические данные являются основой для разработки цифровых двойников процессов и систем ГДП.

### Список литературы

1. Р 50.1.031-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Стадии жизненного цикла продукции // ИПК Издательство стандартов. 2001. 32 с.

**Фридрихсон О.В.**, канд. техн. наук, заведующий кафедрой ЛиУТС,  
**Слободонюк Д.Д.**, студент,  
**Плотников Е.И.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ**

Эффективность логистического управления предприятиями подтверждено многолетней успешной практикой. Компании внедряющие в управление принципы логистики получают конкурентные преимущества в виде повышения управляемости бизнес-процессов, сокращения затрат на ведение деятельности, повышение качества выпускаемой продукции и предоставляемых услуг и др.

Под логистическим принципом понимается основное, исходное положение логистической теории, обобщенный опытный теоретический закон функционирования логистической системы, сформулированный из наблюдений экспертов по логистике. Знание принципов экспертами по логистике позволяет легко возмещать неопределенность некоторых факторов внешней и внутренней среды предприятия, повышая устойчивость развития бизнеса.

Анализ научно-методических источников позволил выполнить группирование принципов логистики:

- общеконцептуальные: комплексность, научность, конкретность, конструктивность, надежность, вариатность, синергичность, динамичность, инициативность, целесообразность;

- общесистемные: системность, эмерджентность, иерархия, интеграция;

- специфические: согласование логистической стратегии с корпоративной стратегией, совершенствование организации движения материальных потоков, обеспечение поступления необходимой информации, стремление к эффективному управлению человеческими ресурсами, поддержание тесной связи с другими предприятиями при выработке логистической стратегии, учет прибыли от логистики в системе финансовых показателей предприятия, определение оптимальных уровней логистического обслуживания, поддержание тесной связи с другими предприятиями при выработке логистической стратегии, стремление к эффективному управлению человеческими ресурсами, тщательная разработка логистических операций, стремление к укрупнению партий товаров; оценка эффективности деятельности логистических подразделений.

### Список литературы

1. Корнилов С.Н., Рахмангулов А.Н., Шаульский Б.Ф. Основы логистики: учеб. пособие. М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. 302 с.

**Фридрихсон О.В.**, канд. техн. наук, заведующий кафедрой ЛиУТС,  
**Новосёлов Р.Ю.**, начальник управления информационной политики,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ВИДЕОКОНТЕНТА ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ТРАНСПОРТ И ЛОГИСТИКА»**

В настоящее время высшее образование претерпевает существенные структурные и содержательные изменения: активно внедряется электронное обучение, развиваются дистанционные образовательные технологии и образовательные форматы. При традиционной форме организации учебного процесса студенты транспортно-логистических направлений подготовки пассивно воспринимают учебный материал, что не отвечает требованиям формирования профессиональных компетенций, востребованных отраслью. Кроме того, формирование профессиональных технических компетенций представляет собой сложный системный процесс, на успешность которого напрямую влияет качество образовательного контента, методов и средств обучения.

В соответствии с моделью конуса обучения Э. Дейла [1] эффективность усвоения материала посредством работы с видео-контентом составляет 30-50%, использование в видео материалах инструментов активного вовлечения позволяет повысить эффективность до 90%. Согласно данным источника [2] 67% студентов считают видео эффективным форматом обучения, 84% преподавателей отмечают повышение успеваемости студентов при использовании видео.

На сегодняшний день визуализация является одним из самых эффективных методов отображения информации. Видеоинформация воздействует на эмоциональном уровне, создаёт высокую степень мотивации и, как следствие, способствует эффективному усвоению новой учебной информации. Кроме того, наличие массива видеоконтента позволяет реализовать условия индивидуального режима освоения образовательного материала.

Минимальным уровнем обеспечения образовательного процесса подготовки студентов в области транспорта и логистики видео-контентом является формирование архива хроникального видео, размещенного на университетской образовательной платформе, позволяющего многократно обращаться к учебному материалу. Повышение же эффективности применения видеоконтента возможно за счет овладения преподавателями современными технологиями создания образовательного видеоконтента: компьютерная анимация, съемка с презентаций, скринкасты, неоновая доска, игровые видеокейсы, документальные фильмы и др.

### Список литературы

1. Официальный сайт образовательной онлайн-платформы «4Brain» [Электронный ресурс] // URL: [4brain.ru/blog/конус-обучения-дейла/](http://4brain.ru/blog/конус-обучения-дейла/) (Дата обращения 15.01.2023).
2. Видео в обучении: создаем и вовлекаем // EduTech информационно-аналитический журнал: СбериУниверситет, № 1 (39). 2021. 40 с.

**Куницкий Е.В.**, доцент кафедры ЛиУТС,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Коробов А.В.**, директор  
ООО «CityService», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ, УКАЗЫВАЕМЫХ ГРУЗОВЛАДЕЛЬЦАМ В РЕЗУЛЬТАТЕ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОСТАВЩИКОВ УСЛУГ**

Рынок транспортно-логистических услуг является очень динамичной сферой деятельности, роль которого повышается с каждым годом на фоне увеличения объемов перевозок грузов. К эффективности транспортного рынка предъявляются особенные требования, поскольку в себестоимости продукции российских производителей транспортные издержки составляют до 30-50%, что зачастую делает российские товары неконкурентоспособными.

Уровень развития аутсорсинга транспортно-логистических услуг чрезвычайно низок и связан с неготовностью компаний доверять ответственные сферы деятельности сторонним исполнителям, во-вторых, существует дефицит опытных и надежных операторов на рынке.

Базовая схема взаимодействия участников доставки груза представляет собой последовательность участников, которые реализуют часть процесса доставки и несут только локальную ответственность за поддержание качества обслуживания. Основными направлениями совершенствования процесса управления цепью поставок является усиление межфирменного (сетевого) взаимодействия участников, повышение координации между ними и совместная синхронизация параметров бизнес-процессов.

Предложенный интегрированный подход к оценке деятельности транспортных компаний: с одной стороны, должно оцениваться качество предоставляемых услуг, с другой усилия и активность компании в направлении создания и поддержания сетевого взаимодействия в процессе управления цепью поставок. Кооперация с другими участниками транспортного рынка должна привести к так называемому синергетическому эффекту, который связан с формированием условий более эффективного распределения ресурсов и эффектов деятельности участников.

В случае принятия участниками предложенной системной модели взаимодействия, реализации совместных инфраструктурных, организационных, экономических мероприятий, мероприятий, направленных на повышение клиентоориентированности для каждой из компаний, становится возможным улучшение сервисных и производственно-экономических показателей.

### Список литературы

1. Крылатков П. П., Прилуцкая М. А. Управление цепью поставок (SCM): учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. 140 с.

**Куницкий Е.В.**, доцент кафедры ЛиУТС,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Коробов С.В.**, заместитель директора  
ООО «CityService», г. Магнитогорск, РФ

## **УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ТОРГОВОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ**

Сектор транспортно-логистических услуг играет особую роль для экономики страны и решает задачи объединения территорий государства посредством эффективной организации товарно-материального обмена. Второе направление - повышение транзитной привлекательности инфраструктуры России с целью привлечение в нашу инфраструктуру дополнительных объемов грузов иностранного производства

В настоящее время наблюдается недостаточно высокая эффективность транспортно-логистических процессов, что в конечном результате приводит к удорожанию продукции, снижению её ценовой конкурентоспособности, к сужению рыночных ниш, потребители которых могут позволить себе продукцию по такой цене.

В результате выполнения сравнительной характеристики логистических концепций установлено, что инструменты «стройной логистики» дают существенный результат, в том случае, когда компания не использовала до этого принципы логистики. Инструменты «стройной логистики» ориентированы на поиск оптимальных решений для отдельных бизнес-процессов, что приводит к заикливанию на отдельных видах логистики и поиске оптимальных решений в пределах отдельных зон функциональной ответственности.

Функциональная логистика должна быть трансформирована в динамическую, которая в наибольшей степени способна реализовать принципы логистики такие как принцип развития, адаптивности, научности, саморазвития, самоорганизации. Кроме того, данный вид стратегии наиболее подходит для условий высокой нестабильности рынка.

В работе были проанализированы несколько концептуальных методик построения и оптимизации бизнес-процессов компании. Были рассмотрены CASE-модель, архитектура EFQM, методика диагностирования RADAR, методика Y-CIM, однако для применения в практике торгового предприятия для повышения эффективности управления цепями поставок товаров была выбрана SCOR-модель (Supply Chain Operations Reference). Особенностью данной модели является её специализация на логистических процессах, а также на использовании метрик, характеризующих эффективность каждого отдельного бизнес-процесса компании.

В результате оценки бизнес практики торгового предприятия с применением рекомендаций SCOR архитектуры были сформулированы мероприятия по совершенствованию бизнес-процессов компании: закупка МТЦ, складская деятельность компании, управление процессом транспортировки.

**Осинцев Н.А.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Мишкурлов П.Н.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Семчук Д.Б.**, аспирант,  
**Мельников М.С.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АНАЛИЗ НАУЧНОГО И ПРАКТИЧЕСКОГО ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ «ЗЕЛЁНЫХ» ПРИНЦИПОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК**

В последние годы одной из основных тенденцией мирового рынка становится усиление требований государств и общества по достижению целей устойчивого развития (ЦУР). Широкое распространение получили различные концепции (Triple Bottom Line, Sustainable Development, ESG и др.), основная идея которых заключается в формировании баланса между экологическими, социальными и экономическими результатами деятельности компаний. Реализация перечисленных концепций особо актуальна при управлении цепями поставок, состояние которых в последние годы вызвано переменами, связанными с пандемией COVID-19, геополитическими рисками, глобальными климатическими изменениями, цифровой трансформацией, развитием технологий Индустрии 4.0, а также перегруженностью транспортно-логистической инфраструктуры.

Недостаток в России методологической базы практической реализации принципов устойчивого развития применительно к цепям поставок, наличие противоречий между экономическими, социальными и экологическими целями элементов цепей поставок приводят к снижению эффективности управленческих решений по достижению ЦУР. Реализуемые в компаниях «зелёные» решения слабо учитывают множество факторов внешней и внутренней среды формирования и функционирования цепей поставок.

В настоящей работе выполнен анализ научного и практического опыта использования «зелёных» принципов и технологий при управлении цепями поставок, выявлены основные противоречия их реализации в современных условиях на примере конкретных зарубежных и российских компаний и проектов. Доказано, что существующие подходы к реализации «зелёных» технологий в цепях поставок носят разрозненный характер, что не способствует планомерному снижению негативного воздействия транспортно-логистических систем на окружающую среду при условии повышения социальной и экономической эффективности функционирования цепей поставок. Результаты данного анализа являются основой для разработки системы управления цепями поставок, включающей комплекс математических и имитационных моделей, позволяющих учитывать сложность структуры цепей поставок, многофакторность среды их функционирования, многокритериальность задач, решаемых при их формировании и развитии.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках выполнения гранта на проведения фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами в 2023-2024 гг., соглашение № 23-21-10038.*



## Секция «Современные проблемы аглодоменного производства»

УДК 669.162.1

**Сибатуллин С.К.**, д-р техн. наук, проф.,

**Сысоев В.И.**, асп., зав. лаб.,

**Харченко Е.О.**, канд. техн. наук,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

**Гушин Д.Н.**, агломератчик

ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск, РФ

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОЙ РУДНОЙ БАЗЫ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЙ ПАО «ММК»

В первой половине 2022 г. из-за наложенных санкционных ограничений аглофабрики ПАО «ММК», давно не имеющего собственной железорудной базы, столкнулись с проблемой прекращения поставок привычного для них зарубежного железорудного сырья. Так, аглофабрике №5 пришлось переориентироваться с железорудного концентрата ССГПО (Казахстан) [1,2], служившего ранее основой железорудной части шихты, на концентраты месторождений КМА (Михайловский, Лебединский и др.) [3]. На кафедре металлургии и химических технологий ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» проведены исследования по разработке новой, перспективной железорудной базы для аглофабрики №5.

В ходе исследования были изучены смеси концентратов и аглоруд различного состава. Анализировали изменение показателей спекания и качества агломерата в зависимости от состава смеси концентратов или аглоруд железорудной части шихты. По результатам проведенной работы перспективным представляется использование Михайловского флотационного концентрата (Feобщ = 67,8 %). Использование моноконцентрата приводило к значительному увеличению удельной производительности агломашин по годному агломерату фр. +5 мм (УП+5), с 1,366 т/(м<sup>2</sup>\*ч) до 1,420 т/(м<sup>2</sup>\*ч) (на 4,0 %), при некотором падении выхода годного агломерата по фр. +5 мм (ВГ+5, снижался с 87,5 % до 86,9 %, или на 0,7 % (отн.)) и практически неизменном показателе сопротивления годного агломерата удару по фр. +5 мм после испытания в трубе (СУ+5, снижение с 75,3 % до 75,2 %, или на 0,1 % (отн.)), в сравнении с показателями базового опыта (100% концентрата ССГПО, Feобщ = 65,7 %).

#### Список литературы

1. Physico-mechanical properties of the sinter of various chemical composition / S. K. Sibagatullin, A. S. Kharchenko, V. I. Sysoev, D. N. Gushin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 15, Nizhny Tagil, 2020. – №966(1)

2. Повышение содержания железа в агломерате изменением соотношения концентратов ОАО "ММК" и Лебединского ГОК по лабораторным исследованиям / Сибатуллин С.К., Гушин Д.Н., Харченко А.С., Гостенин В.А., Сенькин К.В. Теория и технология металлургического производства. 2014. № 1 (14). С. 12-15.

3. Исследование физико-химических свойств агломерата повышенного качества фабрики № 5 ПАО "ММК" при восстановлении в среде водорода / С.К. Сибатуллин, А.С. Харченко, В.И. Сысоев, А.А. Полинов // Черные металлы. 2022. № 3. С. 4-9. DOI 10.17580/chm.2022.03.01.

**Савинов А.С.**, д-р техн. наук, доц., зав. каф. механики, директор ИММиМ

**Дзюба А.В.**, асп.

**Потапов И.М.**, студ.

**Посохин М.А.**, студ.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ЗАМАСЛЕННОЙ ОКАЛИНЫ В НОВЫХ ШИХТОВЫХ УСЛОВИЯХ АГЛОФАБРИК ПАО «ММК»**

В последнее время в России уделяется особое внимание вопросам эффективной переработки техногенных отходов. Особые трудности вызывает рециклинг замасленной прокатной окалины. В полном объеме эти отходы не утилизируются, а накапливаются в шламохранилищах, что несет экологическую опасность и экономические проблемы. Препятствием для организации её утилизации является наличие в замасленной окалине технических масел в количестве 15–30 % [1]. При агломерации выгорание масла приводит к повышенному выбросу токсичных органических соединений и парниковых газов, а конденсация испаренного масла на лопатках ротора эксгаустера агломашины – к сокращению ресурса лопаток. Поэтому важной задачей в рамках исследований, направленных на адаптацию производства к новым сырьевым условиям, является изучение возможности агломерации шихт нового рационального состава с добавлением замасленной прокатной окалины и выработка научно-обоснованных рекомендаций по режиму агломерации.

В условиях санкционных ограничений существенно изменились сырьевые условия аглофабрик ПАО «ММК», в частности, основной железорудный концентрат ССППО («Казахстан») был полностью выведен из состава железорудной части шихты. В этой связи в лаборатории кафедры МиХТ «ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» исследовали агломерационную шихту перспективной рудной базы ПАО «ММК», обеспечивающую эффективную замену сырью из ССППО [3]. По результатам испытаний был выявлен рациональный состав смеси аглоруд Стойленская/Михайловская/Богословская 50:25:25, обеспечивающий следующие показатели: удельная производительность по годному агломерату фр. +5 мм – 1,482 т/(м<sup>2</sup>·ч), выход годного агломерата – 86,4%, сопротивление годного агломерата удару (по ГОСТ 15137-77) – 78,4%. В последующем планируется на рациональной шихте проведение испытаний с замасленной окалиной» заменить на «В последующем планируется на рациональной шихте проведение испытаний с введением в неё замасленной окалины.

### Список литературы

1. Повышение содержания железа в агломерате изменением соотношения концентратов ОАО "ММК" и Лебединского ГОК по лабораторным исследованиям / Сибатуллин С.К., Гушин Д.Н., Харченко А.С., Гостенин В.А., Сенькин К.В. // Теория и технология металлургического производства. 2014. № 1 (14). С. 12-15.

*При участии Харченко А.С., д-ра техн. наук, доц., зав. каф. МиХТ, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Сысоев В.И.**, асп., зав. лаб.,  
**Магасумов Г.З.**, асп.,  
**Сибгатуллин С.К.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Филимонов Н.В.**, студ.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ СОСТАВА ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ЧАСТИ АГЛОШИХТЫ ЛАБОРАТОРНЫМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ**

В связи с санкционными ограничениями на поставки железорудного сырья значительные изменения претерпели рудные базы тех агломерационных фабрик РФ, которые включали большую долю импорта. Так, аглофабрика №5 ПАО «ММК», основой железорудной части шихты которой служил концентрат ССГПО (Казахстан), стала использовать концентраты Центра и Севера [1]. Целью настоящего исследования стала разработка рациональной смеси концентратов в новых сырьевых условиях аглофабрики №5.

В рамках исследования были проведены лабораторные спекания концентратов Михайловского, Лебединского ГОК и ССГПО, а также их смесей в разных соотношениях, а также их смесями в разных соотношениях, и построены концентратные треугольники, описывающие изменение основных показателей агломерационного процесса и качества агломерата в зависимости от состава смеси концентратов.

Согласно полученным данным, бинарные смеси из Лебединского и Михайловского концентратов, содержащие не менее 50 % Лебединского концентрата, позволяют обеспечить удельную производительность агломашины по годному агломерату фр. +5 мм ( $УП_{+5} = 1,400-1,490 \text{ т}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ) и сопротивление годного агломерата удару ( $СУ_{+5} = 77,9-80,0 \%$ ) на уровне не ниже базового опыта (100 % концентрата ССГПО,  $УП_{+5} = 1,366 \text{ т}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ,  $СУ_{+5} = 75,3 \%$ ).

Одной из возможностей дальнейшего повышения качества агломерата является разработка рационального режима охлаждения агломерата, полученного на основе рациональной смеси концентратов. Повышение качества агломерата позволит снизить удельный расход твердого топлива в доменных печах [2,3].

### **Список литературы**

1. Повышение содержания железа в агломерате изменением соотношения концентратов ОАО "ММК" и Лебединского ГОК по лабораторным исследованиям / Сибгатуллин С.К., Гушин Д.Н., Харченко А.С., Гостенин В.А., Сенькин К.В. // Теория и технология металлургического производства. 2014. № 1 (14). С. 12-15.
2. Охлаждение агломерата с различным содержанием железа / Д.Н. Гушин, К. В. Сенькин, А. С. Харченко [и др.] // Теория и технология металлургического производства. 2014. № 2(15). С. 35-37.
3. Совершенствование доменного процесса за счет создания условий для увеличения потребления природного газа применением сырья повышенной прочности / С.К. Сибгатуллин, А.С. Харченко, В.П. Чернов, В.А. Бегинюк // Черные металлы. 2017. № 8. С. 27-33.

**Решетова И.В.**, асп, ст. преподаватель  
**Харченко Е.О.**, канд. техн. наук, ассистент  
**Сысоев В.И.**, асп., зав. лаб.,  
**Шелоков Н.С.**, студ.  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ВЛИЯНИЕ ОКОМКОВЫВАЮЩЕЙ ДОБАВКИ В АГЛОШИХТУ НА ПОКАЗАТЕЛИ СПЕКАНИЯ И КАЧЕСТВО АГЛОМЕРАТА

Показатели качества агломерата оказывают большое влияние на эффективность доменной плавки [1]. Производство агломерата с повышенными характеристиками по прочности зависит от ряда факторов [2,3]. Одним из путей повышения качества агломерата является введение окомковывающих добавок в агломерационную шихту.

В лаборатории ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» были проведены эксперименты с введением в состав агломерационной шихты интерполимерного связующего (ИПС). Химический состав приведен в таблице.

Химический состав ИПС

CaO	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ППП	W
4,30	52,00	1,10	3,40	22,00	0,62	0,085	8,43	8,84

Материал вводили за счет части извести, базовое содержание которой составляло 3,5% от массы железорудной части шихты. Содержание ИПС в составе шихты изменяли от 0 до 0,9. Наиболее рациональное ее содержание составило 0,5%.

Введение ИПС в количестве 0,5% от железорудной части позволило увеличить удельную производительность агломашины по годному агломерату фр. +5 мм с 1,373 т/(м<sup>2</sup>·ч) до 1,414 т/(м<sup>2</sup>·ч) (на 3,0%), сопротивление годного агломерата удару с 75,5% до 77,7% (на 2,9% (отн.)) при одновременном снижении выхода годного агломерата с 87,6% до 86,9% (на 0,8% (отн.)).

### Список литературы

1. Исследование физико-химических свойств агломерата повышенного качества фабрики № 5 ПАО "ММК" при восстановлении в среде водорода / С. К. Сибгатуллин, А. С. Харченко, В. И. Сысоев, А. А. Полинов // Черные металлы. 2022. № 3. С. 4-9.
2. Определение рациональных параметров агломерации титаномагнетитовых руд суроямского месторождения / Харченко А.С., Сибгатуллин С.К., Сысоев В.И., Осколков С.В. // Черные металлы. 2022. № 12. С. 10-16.
3. Повышение содержания железа в агломерате изменением соотношения концентратов ОАО "ММК" и Лебединского ГОК по лабораторным исследованиям / Сибгатуллин С.К., Гушин Д.Н., Харченко А.С., и др. // Теория и технология металлургического производства. 2014. № 1 (14). С. 12-15.

**Харченко А.С.**, д-р техн. наук, доц., зав. каф. МиХТ

**Сибгатуллина М.И.**, асп.,

**Потапов И.М.**, студ.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

**Бегинюк В.А.**, ведущий специалист технологической группы доменного цеха

ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск, РФ

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА КОКСА В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ**

В современных условиях, решая проблему проведения металлургического процесса по оптимальной траектории [1], большое внимание уделяют повышению полноты замены кокса природным газом и водородом [2,3]. При этом исследуют, в частности, воздействие на лимитирующую зону и процессы [2], выявляют рациональные параметры работы лоткового БЗУ [3].

Рассмотрели предельно высокую степень использования водорода при переходе железа из оксидов в металлическое состояние с совместным развитием процессов восстановления и теплообмена применительно к условиям доменной печи и сопоставили её с фактическими результатами четырёх периодов опытных плавков. Получили уравнения, выполнены расчёты по ним и представлены графики температурной зависимости степени использования водорода, характеризующие восстановление железа в режиме, когда происходит движение образовавшихся водяных паров от зоны превращения FeO в Fe к зоне превращения  $Fe_3O_4$  в FeO и далее от зон развития этих двух реакций к зоне превращения  $Fe_2O_3$  в  $Fe_3O_4$  с убыванием количества водорода и накоплением  $H_2O$  в отходящем газе.

В одной из серий исследований на печи полезным объёмом  $1370 \text{ м}^3$  ПАО «ММК» увеличение отношения количеств водорода, поступающего с природным газом, и кислорода, поступающего с обогащённым воздушным дутьём, сопровождалось ростом степени использования водорода от 47,0 до 50,6 % и уменьшением удельного расхода кокса от 404,0 до 397,4 кг/т чугуна. В другой серии получено уменьшение удельного расхода кокса от 426,4 до 423,3 кг/т чугуна. Вариантом дальнейшего снижения расхода кокса является потребление дополнительного водорода, вводя его в существующий трубопровод природного газа.

### Список литературы

1. Григорович К.В. Металлургия XXI века: вызовы и задачи модернизации отрасли в РФ / Доклад на XVI международном конгрессе сталеплавильщиков и производителей металлов. Екатеринбург. 2021.

2. Возможность восстановления железа дополнительным водородом, вводимым в поток природного газа доменной плавки /А.С. Харченко, М.И. Сибгатуллина, Д.М. Чукин, В.А. Бигеев //Чёрные металлы. 2022. №12. С. 17-23.

3. Харченко А.С. Закономерности поступления компонентов шихты от крупности из бункера БЗУ в колошниковое пространство печи в зависимости от условий загрузки // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2018. Т. 16. № 3. С. 46-56.

**Макарова И.В.**, доц., канд. техн. наук,

**Макаров К.Р.**, студ.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПОВЫШЕНИЕ ДОЛИ КОСВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ В ДОМЕННЫХ ПЕЧАХ В СОВРЕМЕННЫХ СЫРЬЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

Косвенное восстановление оксидов в условиях доменного процесса играет важную роль в вопросах изменения расхода кокса на выплавку чугуна.

Косвенное восстановление протекает в верхней части доменной печи в зоне устойчивости газов  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Это условие соответствует температурному режиму менее  $1000^\circ\text{C}$ .

Соотношение между развитием процессов прямого и косвенного восстановления должно быть таким, чтобы выделившегося при сгорании углерода тепла было достаточно, но без избытка, для покрытия всех тепловых потребностей процесса. Образовавшегося при этом монооксида углерода должно быть достаточно, но без избытка, для протекания косвенного восстановления. При этом будет иметь место минимальный расход кокса.

Современные сырьевые условия доменного процесса подразумевают необходимость использования в качестве шихты холодного сырья (агломерата). Связано это с заменой конусных загрузочных устройств на бесконусные. В бесконусных загрузочных устройствах используются резиновые уплотнители, которые нормально функционируют при низких температурах, поэтому при установке БЗУ подразумевается использование только холодного сырья, с температурой не более  $150^\circ\text{C}$ .

Поэтому в современных сырьевых условиях средний температурный уровень шахты (в которой и проходит косвенное восстановление) снизился, что уменьшило долю косвенного восстановления и повысило долю прямого. Это смещение повысило расход кокса, и усложнило течение доменного процесса.

Решением данной проблемы может стать повышение температурного уровня шахт доменных печей. Повысить температуру в шахте можно либо повышая температуру твердой шихты (чего делать нельзя), либо газового потока, поднимающегося из распара и заплечиков. Но в этом случае нарушится термодинамический режим доменной плавки.

Для повышения температурного уровня шахты предлагается введение тепла извне, вдуванием горячих восстановительных газов в нижнюю часть шахты.

Вдувание горячих восстановительных газов в нижнюю часть шахты улучшает газодинамические условия косвенного восстановления за счет повышения температурного уровня процесса и вводом дополнительного количества газов – восстановителей.

**Харченко А.С.**, д-р техн. наук, доц., зав. каф. МиХТ,  
**Игликова У.Ж.**, асп.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Семенюк М.А.**, сменный мастер доменного цеха  
ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск, РФ

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ РАЦИОНАЛЬНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРАКЦИОНИРОВАННОГО ШЛАКА**

Удельный расход кокса и длительность раздувки доменной печи зависят от различных факторов, в том числе квалификации персонала, состава раздувочной шихты и её загрузки в печь, наличие влаги в печи после ремонта и др.

Одним из мероприятий, позволяющим повысить эффективность раздувки доменной печи является применение фракционированного доменного шлака крупностью 40-70 мм в составе шихты. [1]. Расход при этом варьируется от 20 до 300 т.

Оценили работу доменных печей объемом 1370 м<sup>3</sup> в раздувочный период после ремонта 1 разряда с применением в составе раздувочной шихты фракционированного шлака. Увеличение его расхода от 123 до 255 т в исследуемых периодах сопровождалось уменьшением удельного расхода кокса на от 4367 т до 3890 т. Раздувочная шихта включала фракционированный шлак в исследуемом периоде изменяли от 123 до 255 т.

Целесообразно выявлять рациональные режимы использования фракционированного шлака, в том числе его расход, распределение между задувочной и останочной шихтами, размещение его по радиусу, окружности и высоте доменной печи на момент задувке печи.

### Список литературы

1. Мишин Ю.П., Козлов Г.И. О конкурентоспособности российской чёрной металлургии // Сталь. 2021. № 2. С. 58-61.
2. Рациональные технологические решения при производстве чугуна в доменных печах ПАО «ММК» / Харченко А.С., Сибатуллин С.К., Павлов А.В., Полинов А.А. // Чёрные металлы. 2021. № 12. С. 10-15.
3. Определение расхода водорода для твёрдофазного селективного восстановления комплексного железорудного сырья в лабораторных условиях / Бигеев В.А., Сибатуллин С.К., Харченко А.С., Потапова М.В. // Чёрные металлы. 2021. № 12. С. 25-30.
4. Совершенствование доменного процесса за счет создания условий для увеличения потребления природного газа применением сырья повышенной прочности / Сибатуллин С.К., Харченко А.С., Чернов В.П., Бегинюк В.А. // Черные металлы. 2017. № 8. С. 27-33.
5. Использование нейросетевого моделирования для изучения газодинамического режима в нижней части доменной печи в условиях ее работы с коксовым орешком / Харченко А.С., Сибатуллин С.К., Колосов А.В. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2011. № 11. С. 23-26.

**Юдина С.В.**, асп., старший преподаватель

**Свечникова Н.Ю.**, доц., канд. техн. наук

**Макаров К.Р.**, студ.

**Юдин Д.В.**, студ.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

**Павлов А.В.**, начальник доменной цеха

ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск, РФ

## **ВЛИЯНИЕ КРУПНОСТИ КОКСА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ ПАО «ММК»**

Доменное производство совершенствуется в направлении уменьшения удельного расхода кокса и повышения производительности печей [1-4]. Одним из направлений повышения технико-экономических показателей доменных печей является выявление рационального ситового состава кокса.

Исследовали работу доменной печи № 1 ПАО «ММК», оснащенной конусным загрузочным устройством, при изменении средневзвешенной крупности кокса.

Анализ результатов исследования показал, что увеличение средневзвешенной крупности кокса на каждые 1 % отн. в интервале от 60 до 62 мм сопровождалось уменьшением удельного расхода кокса в среднем на 0,13 % и снижением производительности печи на 0,59 %.

Ввиду уменьшения производительности печи в условиях увеличения средневзвешенной крупности наряду с положительным влиянием повышения крупности на удельный расход кокса целесообразно разработать мероприятия, компенсирующие отрицательное действие увеличения крупности кокса на производительность печи.

### **Список литературы**

1. Рациональные технологические решения при производстве чугуна в доменных печах ПАО «ММК» / Харченко А.С., Сибатуллин С.К., Павлов А.В., Полинов А.А. // Чёрные металлы. 2021. № 12. С. 10-15.

2. Влияние коксового орешка на фильтрацию жидких продуктов плавки в горне доменной печи / Сибатуллин С.К., Харченко А.С., Чевычелов А.В. и др. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2010. № 4 (32). С. 28-30.

3. Харченко А.С., Сибатуллин С.К., Колосов А.В. Использование нейросетевого моделирования для изучения газодинамического режима в нижней части доменной печи в условиях ее работы с коксовым орешком // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2011. № 11. С. 23-26.

4. Сибатуллин, С.К., Харченко А.С. Использование коксового орешка на доменных печах. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2014. 162 с.



**Сибгатуллин С.К.**, д-р техн. наук, проф.

**Логачёв Г.Н.**, асп.

**Харченко Е.О.**, канд. техн. наук, ассистент

**Кургузов К.В.**, студ.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СРАВНЕНИЕ ЗАГРУЗКИ КОНВЕРТЕРНОГО ШЛАКА РАВНОМЕРНО ПО СЕЧЕНИЮ И К ПЕРИФЕРИЙНОЙ ЗОНЕ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ**

Одним из векторов развития металлургического производства является рациональное использование материалов со снижением их отходов [1]. К таковым относится конвертерный шлак сталеплавильного производства. В доменной печи он влияет через комплекс показателей, характеризующих свойства по сравнению с агломератом и окатышами. Часто положительным является действие повышенных величин содержаний Fe и FeO, MnO, MgO, основности и др. Имеются исследования [2, 3], позволяющие дополнительно развивать это направление.

Сравнили опытными плавками на доменной печи полезным объёмом 1370 м<sup>3</sup> ПАО «ММК» загрузку конвертерного шлака по сечению колошника равномерно и при размещении его в периферийной зоне. Физическим моделированием на лотковом БЗУ и математическим описанием информации оценили распределение материалов по станциям углового положения лотка в исследуемые периоды работы печи. Расход шлака составлял 40,7-41,5 кг/т чугуна.

Согласно результатам этого исследования изменение режима загрузки конвертерного шлака с размещения его в слое агломерата со станций углового положения лотка матрицы загрузки № 4-10 на локальное поступление в периферийную часть печи со станций № 9-10 сопровождалось улучшением большинства показателей дренажной способности коксовой насадки в горне. Снизилась расчётная вязкость шлака от 0,61 до 0,50 Па·с, уменьшилось количество шлака, остающегося в горне печи после выпуска жидких продуктов плавки, от 17,4 до 14,7 т, снизилась растворимость углерода в чугуне от 97,0 до 96,0%. Это обеспечило сокращение удельного расхода кокса от 419,2 до 411,5 кг/т чугуна при повышении производительности печи от 3108 до 3145 т/сутки.

### **Список литературы**

1. Григорович К.В. Металлургия XXI века: вызовы и задачи модернизации отрасли в РФ / Доклад на XVI международном конгрессе сталеплавильщиков и производителей металлов. Екатеринбург. 2021.

2. Харченко А.С. Закономерности поступления компонентов шихты по крупности из бункера БЗУ в колошниковое пространство печи в зависимости от условий загрузки // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2018. Т. 16. № 3. С. 46-56.

3. Влияние различных факторов на равномерность распределения коксового ореска в колошниковом пространстве доменной печи, оснащенной бзу лоткового типа / Харченко А.С., Сибгатуллин С.К., и др // Теория и технология металлургического производства. 2010. № 10. С. 33-38.

**Албул С.В.**, старший преподаватель

**Кобелев О.А.**, д-р техн. наук, проф.

**Левицкий И.А.**, канд. техн. наук, доц.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет  
«МИСИС», г. Москва, РФ

## **ВЛИЯНИЕ ШЛИКЕРНОГО ПОКРЫТИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩЕЙ ВСТАВКИ С КОЛЬЦЕВОЙ ВЫБОРКОЙ В ДУТЬЕВОМ КАНАЛЕ ВОЗДУШНОЙ ФУРМЫ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ**

При подаче природного газа в воздушную фурму доменной печи необходимо стремиться к увеличению полноты горения газа внутри дутьевого канала фурмы без разрушения внутреннего стакана. Известно, что кольцевая выборка на поверхности дутьевого канала улучшает перемешивание природного газа с дутьем и увеличивает полноту горения газа, однако снижает стойкость фурмы.

Одним из способов одновременного решения этих проблем является установка в дутьевой канал фурмы теплоизолирующей керамической вставки. Вставка снижает тепловые потери не менее чем на 30 %, улучшает горение природного газа, что увеличивает температуру горячего дутья на выходе из фурмы.

Кольцевая выборка во вставке значительно увеличивает полноту горения природного газа, но снижает стойкость вставки (не более чем на 30 %). Стойкость вставки оказывает влияние на стойкость фурмы.

В данной работе рассматривается возможность повышения эффективности применения керамической вставки, в т. ч. с кольцевой выборкой, путем использования шликерного покрытия.

В среде Ansys 21.1 моделировали процессы движения текучих сред, теплообмена и горения природного газа в дутьевом канале фурмы доменной печи с установленной в него керамической вставкой, в том числе имеющей кольцевые выборки четырехугольного сечения, заполненные шликерным покрытием, а также температурные напряжения во вставке. Исследовано влияние толщины шликерного покрытия на происходящие в фурме процессы.

Показано, что шликерное покрытие в выборке повышает стойкость вставки более, чем до уровня вставки без выборки. Шликерное покрытие на вставке без выборки увеличивает полноту горения природного газа, причем эффект увеличивается с увеличением толщины покрытия, и повышает стойкость вставки до уровня вставки с выборкой и шликерным покрытием в ней.

### Список литературы

1. Радюк А.Г., Титлянов А.Е., Сидорова Т.Ю. Влияние шликерного покрытия на стойкость теплоизолирующей вставки в воздушной фурме доменной печи // *Металлург*. 2019. № 11. С. 21-25.

2. Снижение тепловых потерь через воздушную фурму доменной печи / Виноградов Е.Н., Радюк А.Г., Волков Е.А., Теремов А.Л., Сидорова Т.Ю. // *Сталь*. 2019. № 11. С. 9-12.

## Секция «Современные проблемы сталеплавильного производства»

УДК 669.187.25

Иванов Д.О., студент,

Юдин Д.В., студент,

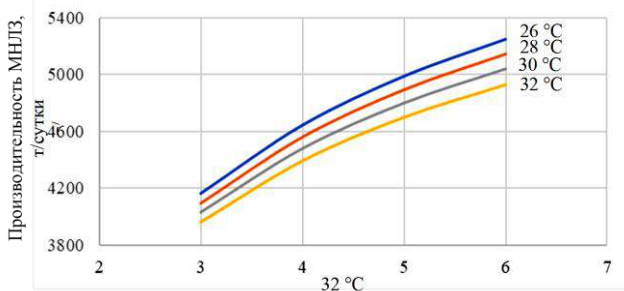
Столяров А.М., д-р техн. наук, проф.,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### АНАЛИЗ СУТОЧНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СЛЯБОВОЙ МНЛЗ ПРИ РАЗЛИВКЕ ТРУБНОЙ СТАЛИ

В работе проведено математическое моделирование суточной производительности одноручевой слябовой МНЛЗ криволинейного типа с вертикальным участком. Изучено влияние на производительность машины двух факторов: величины перегрева трубной стали класса прочности К60 в промежуточном ковше МНЛЗ над температурой ликвидус и количества плавок в серии.

Исходные данные: масса металла в сталеразливочном ковше – 360 т; поперечное сечение сляба – 350×2600 мм; плотность металла – 7,8 т/м<sup>3</sup>; выход годного металла – 97 %; продолжительность паузы между сериями – 150 мин; количество плавок в серии – 3, 4, 5, 6 шт.; перегрев металла над температурой ликвидус – 26, 28, 30, 32 °С. Результаты расчета по методике, разработанной на кафедре металлургии и химических технологий, представлены на рисунке.



Расчетная зависимость суточной производительности одноручевой слябовой МНЛЗ от количества плавок в серии и перегрева металла в промежуточном ковше над температурой ликвидус (цифры у линий)

При росте количества плавок в серии с 3 до 6 производительность машины увеличивается на 24,5–26,1 % (отн.). Возрастание перегрева металла с 26 до 32°С ведет к снижению скорости разливки от 0,716 до 0,659 м/мин и падению производительности МНЛЗ на 4,8–6,0 % (отн.). Непрерывную разливку трубной стали класса прочности К60 на одноручевой слябовой МНЛЗ ККЦ ПАО «ММК» в слябы сечением 350×2600 мм рекомендуется производить с перегревом металла в промежуточном ковше над температурой ликвидус не выше 30°С по четыре плавки в серии, так как при большем количестве плавок значительно увеличивается отсортировка толстого горячекатаного листа на стане «5000»

Ломовцев А.А., маг.,

Столяров А.М., д-р техн. наук, проф.,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

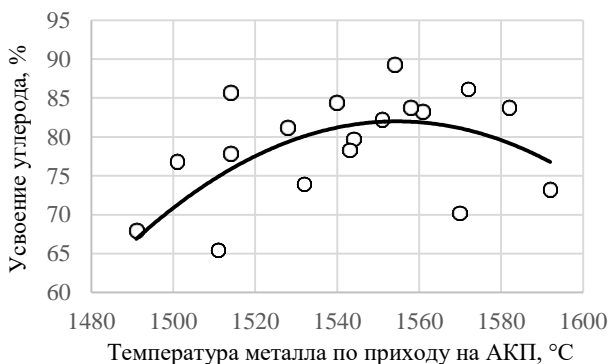
## УСВОЕНИЕ УГЛЕРОДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

В электросталеплавильном цехе ПАО «ММК» производится высокоуглеродистая сталь марки 80. Выплавка полупродукта осуществляется в двухванном сталеплавильном агрегате (ДСА), так как в стали вышеназванной марки должно содержаться мало хрома, никеля и меди. Науглероживание металла начинается в процессе его выпуска из ДСА в сталеразливочный ковш присадкой около 85% от общего количества УСМ-99 (углеродсодержащего материала или искусственного графита фракцией 3-10 мм) с содержанием 99% углерода. Корректировка содержания углерода в стали производится при ковшевой обработке на агрегате «ковш-печь» путем присадки УСМ-99 и порошковой проволоки с 99,05% углерода.

В работе проанализирован массив производственных данных из 26 плавки стали марки 80. Средние значения температуры металла были следующие: перед выпуском из ДСА – 1617 °С; по приходу на АКП – 1540 °С; при отдаче на МНЛЗ – 1532 °С (перегрев над температурой ликвидус составил 67°С). Содержание углерода в металле в данные моменты времени равнялось: 0,064%; 0,653%; 0,800%.

Усвоение углерода при выпуске из ДСА составило в среднем 76,7 %, а на АКП – 78,4 %, то есть на 1,7 % больше. Было отмечено, что повышение температуры выпускаемого металла негативно влияет на усвоение углерода: при температуре не более 1630 °С (22 плавки) усвоение равнялось 77,6 %, а при большей (4 плавки) – 72,2 %. Поэтому рекомендуется выпускать металл из ДСА с температурой не выше 1630 °С.

При обработке на АКП получена следующая зависимость (см. рисунок).



Зависимость усвоения углерода от температуры металла по приходу на АКП

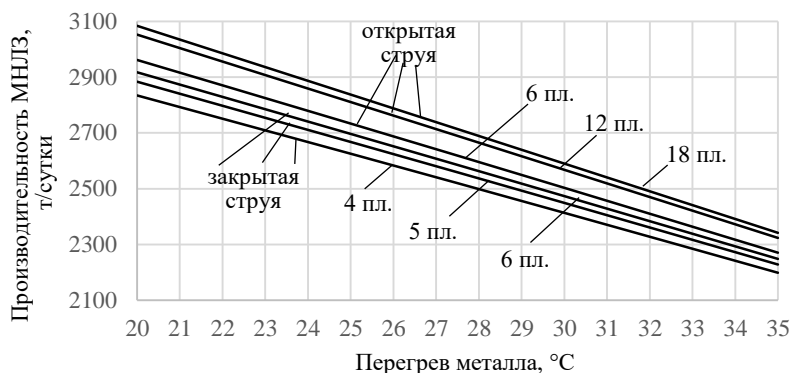
Для получения более высокого усвоения углерода (от 78 до 89 %) необходимо иметь температуру металла по приходу на АКП в интервале 1540 – 1560 °С.

Миннигулов А.А., студент,  
Столяров А.М., д-р техн. наук, проф.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СОРТОВОЙ МНЛЗ ПРИ РАЗЛИВКЕ АРМАТУРНОЙ СТАЛИ

Суточная производительность пятиручевой сортовой МНЛЗ рассчитана при разливке арматурной стали класса прочности А500С для железобетонных конструкций как открытой, так и закрытой струей. Расчет выполнен по методике, разработанная на кафедре металлургии и химических технологий.

Исходные данные для расчета: масса металла в сталеразливочном ковше – 180 т; поперечное сечение заготовки – 150×150 мм; плотность металла – 7,8 т/м<sup>3</sup>; выход годного металла – 96 %; продолжительность паузы между сериями – 30 мин; перегрев металла в промежуточном ковше МНЛЗ над температурой ликвидус – 20, 25, 30, 35 °С; количество плавков в серии: при разливке закрытой струей – 4, 5, 6 шт.; открытой струей – 6, 12, 18 шт. Скорость вытягивания заготовки из кристаллизатора в зависимости от перегрева металла изменялась в интервале от 1,9 до 2,8 м/мин (закрытая струя) и от 1,92 до 2,85 м/мин (открытая струя). Результаты расчета приведены на рисунке.



Зависимость суточной производительности сортовой МНЛЗ при разливке арматурной стали открытой и закрытой струей от перегрева металла в промежуточном ковше и количества плавков в серии

Анализ результатов показывает, что суточная производительность МНЛЗ наиболее сильно зависит от параметров температурно-скоростного режима разливки. Так при росте перегрева металла от 20 до 35 °С, вызывающем уменьшение скорости разливки, суточная производительность МНЛЗ снижается на 29-32 % (отн.), а при увеличении количества плавков в серии с 4 до 5 шт. она растет на 2,3-2,9 % (отн.) и с 6 до 18 шт. – на 3,1-4,1 % (отн.). Производительность машины при разливке открытой струей на 3,3-5,7 % (отн.) выше, чем при разливке закрытой струей из-за возможности разливать металл более длинными сериями.

**Масальский С.С.**, канд. техн. наук,  
**Масальский Л.С.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРЯМОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ МОЛИБДЕНОМ В КОНВЕРТЕРЕ**

Во многих марках сталей содержится определенное количество легирующего элемента молибдена, который в зависимости от выбранной технологии производства, вводится на разных стадиях процесса. Обычно, в качестве материала для легирования, применяют ферросплав – ферромolibден. Ферромolibден является удобным для транспортировки материалом, обеспечивают высокую технологичность при вводе в металл и характеризуются достаточно стабильным усвоением, что определяет его повсеместное использование.

Несмотря на то, что ферромolibден, имеет перечисленные преимущества, его использование зачастую ставит перед металлургами следующие проблемы.

Первой проблемой при использовании ферромolibдена является наличие посторонних примесей и получение «чистого» ферросплава в условиях ухудшения качества исходного сырья. Вследствие этого ферромolibден высокого качества представляет собой дорогой материал, и его использование негативно сказывается на себестоимости стали, и как следствие, ее конкурентоспособности.

Другая проблема заключается в обеспечении теплового режима плавки при введении значительных количеств легирующего элемента, вследствие его высокой температуры плавления и эндотермичности процесса растворения ферросплава. Дороговизна ферросплава выявила еще один недостаток – хищения. По итогам года, ферромolibден является самым похищаемым ферросплавом с промышленной площадки ПАО «ММК».

Вариантом решения этих проблем является развитие технологии «прямого легирования», при которой молибден вводится в сталь в неметаллической форме, в частности в виде оксидов молибдена в материале гранулят молибденсодержащий, а для обеспечения перехода легирующих элементов из неметаллического материала в металл создаются необходимые условия.

Таким образом, одной из задач, решаемых в настоящем докладе, является определение параметров перехода молибдена из оксидных соединений, без их затратной предварительной подготовки, в металлический расплав в различных условиях ведения конвертерной плавки.

**Масальский С.С.**, канд. техн. наук

**Масальский Л.С.**, студент бакалавриата

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ КАРБИДА КАЛЬЦИЯ ДЛЯ РАСКИСЛЕНИЯ МЕТАЛЛА**

Качество непрерывнолитых заготовок во многом зависит от размера и вида неметаллических включений. Проблема неметаллических включений в прокате является одной из актуальных проблем, стоящих перед металлургами. Основным материалом - раскислителем является алюминий. При его применении металл загрязняется продуктами раскисления. Главное преимущество применения для раскисления карбида кальция, является отсутствие продуктов раскисления в металле. Кроме того стоимостные затраты на карбид кальция значительно ниже, в сравнении с алюминием (основной раскислитель и источник большого количества алюминатов в металле) [1].

Как материал-раскислитель карбид кальция имеет ряд существенных недостатков. Материал карбид кальция состоит из тугоплавких соединений  $\text{CaC}_2$  и  $\text{CaO}$ , и соответственно имеет высокую температуру плавления, около  $1800^\circ\text{C}$ . Кроме того, он быстро разлагается под воздействием влаги воздуха. Поэтому транспортировка и подача материала, организуется из специальных герметических контейнеров.

При подаче карбида кальция для раскисления в ковш его расплавления не происходит. Раскисление стали осуществляется только в момент активного перемешивания металла и фракции карбида кальция. При отсутствии перемешивания, имеющие меньшую плотность, чем металл кусочки карбида кальция всплывают на поверхность и сгорают на воздухе.

В ККЦ ПАО «ММК» проводились опытные плавки с применением в качестве раскислителя карбида кальция. В докладе рассмотрен и проанализирован опыт применения такого раскисления. По результатам опытных плавок можно судить о применении карбида кальция в расчетных количествах для раскисления металла.

В условиях санкций на распространение программного обеспечения ПАО «ММК» переводит компьютеры на свободно распространяемую систему LibreOffice, повышая цифровой суверенитет предприятия. Ввиду отсутствия встроенных подпрограмм у свободно распространяемых приложений осуществлено применение инструментов, предоставляемых научными библиотеками языка Python. Выбран инструмент решения задач линейного программирования linprog библиотека Scipy.

### Список литературы

1. Определение параметров раскисления металла карбидом кальция на выпуске из конвертера в ККЦ ПАО «ММК» / Сарычев Б.А., Изотов А.В., Масальский С.С., Колесный А.Е. // Черные металлы. №1. 2022. С. 7-12.

**Масальский С.С.**, канд. техн. наук,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **К ВОПРОСУ РАСКИСЛЕНИЯ МЕТАЛЛА В КОВШЕ**

Раскисление является заключительной и наиболее ответственной технологической операцией при выплавке стали, в значительной степени, определяющей ее качество. Основные решения по раскислению стали технолог, руководящий процессом, принимает в условиях неполной информации. Поэтому успех раскисления во многом зависит от его квалификации.

Целью раскисления является снижение содержания кислорода растворенного в металле. Из-за трудностей технического характера содержание кислорода в стали в производственных условиях после раскисления не контролируются. О правильности раскисления стали судят по содержанию элементов-раскислителей в готовой стали, которое задается стандартами для каждой марки стали.

Общность физико-химических процессов и их математического описания для задач, связанных с одним технологическим процессом, позволяет создать для их решения единую вычислительную систему. Такая многозадачная вычислительная система может быть создана на базе электронных таблиц пакета Microsoft Office, широко применяемых при проведении компьютерных расчетов. В их состав входит управляющая расчетом программа, получившая в русскоязычных версиях название "Поиск решения". Эта управляющая программа, является оптимизатором.

В ситуации применения санкций на распространение программных продуктов, все больше отечественных предприятий стараются разработать для использования в проведении технологических процессов эксклюзивные варианты определения значимых технологических параметров. Так ПАО «ММК» переводит компьютеры на свободно распространяемую систему LibreOffice.

В ККЦ реализована попытка применения оптимизатора расхода раскислителей «Снайпер», разработанной командой Яндекс и оптимизатора расхода раскислителей «i-сталевар», разработка Екатеринбургской компьютерной фирмой. Применение этих систем не давало гарантию по снижению дефекта проката «Несоответствие механических свойств», что не позволило разработанные системы внедрить в производство.

В условиях повышения значимости цифрового суверенитета государств и предприятий увеличивается потребность в формировании устойчивой и независимой среды для осуществления технологических процессов. Ввиду отсутствия встроенных аналогов инструмента «Поиск решения» у свободно распространяемых приложений электронных таблиц осуществлено рассмотрение инструментов, предоставляемых научными библиотеками языка Python.

Выбран инструмент решения задач линейного программирования linprog библиотека Scipy, такой выбор сделан на основе специфики рассматриваемой проблемы, а именно, исходя из линейности целевой функции.



**Закуцкая Л.А.**, аспирант,  
**Харченко А.С.**, д-р техн. наук, зав. каф. МиХТ,  
**Потапова М.В.**, канд. техн. наук, доц.  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ТВЕРДОФАЗНОЕ ЧАСТИЧНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ БЕДНЫХ МАРГАНЦЕВЫХ РУД В СРЕДЕ ВОДОРОДА**

Проблема обогащения бедных марганцевых руд Южно-Уральского региона долгое время оставалась сдерживающим фактором для их вовлечения в металлургическую переработку. Запасы такого сырья в Челябинской, Оренбургской областях, а также на востоке республики Башкортостан существенны и достигают в общей сложности 100 млн. тонн. Они могли бы служить серьезным дополнительным источником для производства ферросиликомарганца на металлургических предприятиях региона.

Технология предвартельного твердофазного восстановления бедной марганцевой руды в среде водорода может решить проблему переработки такого сырья, так как присутствие металлизированной фазы при жидкофазном карботермическом восстановлении руды значительно облегчает переход марганца и кремния из зоны реакции восстановления в металлическую ванну, что подтверждается теорией физико-химических процессов в пирометаллургии.

В рамках данной работы были организована серия экспериментов по твердофазному восстановлению марганцевой руды Ниязгуловского месторождения в среде водорода. Восстановление осуществлялось на базе лаборатории кафедры МиХТ ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» на установке фирмы ЛЕКО. Восстановление сырья производилось при температуре 700-900°C. Продувка водородом велась до остановки потери массы и по длительности составила 10 часов. Потеря массы от исходной составила 8-10 %, что соответствует 80 % восстановления железа с учетом потери массы от разложения карбонатов.

В дальнейшем планируется реализация восстановительной плавки металлизированного марганцевого сырья в печи Таммана с получением ферросиликомарганца и сравнение характеристик плавки с переделом сырой неподготовленной руды.

**Куц Н.А.**, аспирант,

**Потапов И.М.**, студент,

**Гришин Ю.А.**, канд. техн. наук зав. кафедрой ГМДиОПИ

**Потапова М.В.**, канд. техн. наук доцент кафедры МиХТ,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПОЛУЧЕНИЕ ФЕРРОТИТАНА АЛЮМОТЕРМИЧЕСКИМ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ ОБОГАЩЕННЫХ ХВОСТОВ ТИТАНОМАГНЕТИТОВ КУСИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Отходы (хвосты) отработанных месторождений, представляющие собой основную часть добытой руды (до 80 %), являются одним из крупнейших загрязнителей биосферы, занимая при этом значительные площади полезных земельных территорий. Примером могут служить отвалы Кусинского месторождения титаномагнетитов, площадь которых составляет около 3000 м<sup>2</sup>.

Лежалые хвосты обогащения руд Кусинского месторождения были подвергнуты магнитной сепарации с целью выделения железо-ванадиевого концентрата и ильменитового промпродукта, который имел следующий химический состав (%): Fe<sub>общ</sub> – 14,64, FeO – 13,5, TiO<sub>2</sub> – 6,65, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,123, CaO – 5,2, SiO<sub>2</sub> – 32,1, MnO – 0,27, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,12. Извлечение составило 55,1% от массы обогащаемых хвостов.

В работе ставилась задача определить расход вторичного алюминия на восстановление ильменитового полупродукта с целью получения комплексного титаносодержащего ферросплава.

На основании литературных данных приняли, что 70 % TiO<sub>2</sub> восстанавливается до титана, 15 % TiO<sub>2</sub> до TiO и 15 % до Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 97 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> из хвостов восстанавливается до железа и 3 % до FeO, 100 % FeO восстанавливается до Fe, 70 % кремнезема восстанавливается до кремния, 80 % MnO восстанавливается до марганца, 90 % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> восстанавливается до хрома, 86 % алюминия участвует в восстановлении, отношение алюминия к титану в сплаве составляет 0,25.

Расчетом было определено, что в результате восстановления получается продукт (ферросиликотитан), содержащий (%): Fe – 59,33; Ti – 4,37; V – 0,182; Si – 33,93; Mn – 0,66; Cr – 0,43. Выход ферросплава составляет 42,58 кг на 100 кг исходного сырья (необогатенных хвостов). Расчетный расход восстановителя (алюминиевой стружки) составит 37,77 кг.

Проанализировав полученные результаты можно сделать вывод, что полное алюмотермическое восстановление Кусинских хвостов может быть вполне оправданным, так как содержание кремния, алюминия, титана и ванадия в комплексном ферросплаве достаточно для его использования в качестве эффективно раскислителя и легирующего при производстве низколегированных марок стали и марок для автомобилестроения (для микролегирования металла титаном и ванадием).

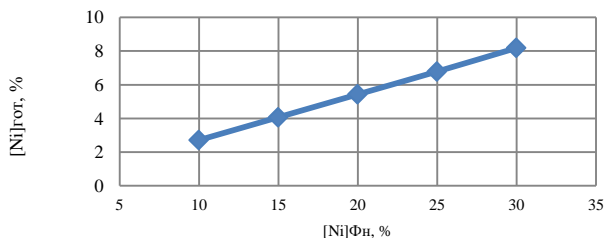
Глушеч Е.В., маг.,  
 Кулбасинова А.Д., маг.,  
 Потапова М.В., канд. техн. наук, доцент,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## К ВОПРОСУ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ МАРКИ 0Н9 С ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО НИКЕЛЯ НА ТОВАРНЫЙ ФЕРРОНИКЕЛЬ, ПОЛУЧЕННЫЙ ИЗ КОМПЛЕКСНОГО СЫРЬЯ

Уникальная криогенная сталь 0Н9 для корпусов ледоколов сочетает подчас взаимоисключающие свойства — высокую прочность, пластичность, стойкость к коррозии, сопротивляемость динамическим воздействиям ледовых полей и ветроволновым нагрузкам. Сталь имеет следующий химический состав (%): С н/б 0,1, Si –0,15–0,35, Mn – 0,3–0,6, Ni – 8,5–10,0, S н/б 0,003, P н/б 0,010, Cu н/б 0,2, Mo н/б 0,2, Al – 0,02–0,05.

В конвертерном цехе ПАО «ММК» были проведены опытные плавки по получению стали 0Н9, которые показали принципиальную возможность ее получения в условиях предприятия.

В рамках данной работы рассматривалась возможность замены части дорогостоящего металлического никеля на товарный ферроникель, полученный из комплексной руды с целью снижения ее себестоимости. Был выполнен расчет шихтовки для выплавки стали 0Н9 при полной замене лома на ферроникель с различным содержанием никеля в ферросплаве. По полученным результатам была построена зависимость содержания никеля в готовой стали от содержания никеля в ферроникеле (рисунок).



Зависимость содержания никеля в готовой стали от содержания никеля в ферроникеле

Полученные результаты показывают возможность полной замены металлического лома на ферроникель марки ФН-30 с отказом от использования в технологии металлического никеля. Но при этом необходимо учитывать, что ферросплав, полученный из комплексного сырья может являться источником повышенного содержания фосфора. По этой причине целесообразно говорить не о полной, а о частичной замене металлического никеля на ферроникель с поиском рационального соотношения этих двух составляющих с исходной шихте конвертерной плавки при получении стали марки 0Н.

**Бигеев В.А.**, д-р техн. наук профессор,  
**Айкашев А.В.**, аспирант,  
**Абдуллина Л.Ш.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Юдин Д.В.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ШЛАКОВ ПАО «ММК»**

Поскольку проблема переработки и утилизации сталеплавильных шлаков черной металлургии остается актуальной темой для современной металлургической отрасли имеются предпосылки для развития и повышения эффективности существующих способов переработки сталеплавильных шлаков. Многие способы переработки шлаков уже позволяют решать не только экологические проблемы, но и получать экономический эффект от реализации товарной продукции получаемой из шлаков, однако их эффективность в некоторых случаях оставляет желать лучшего.

Так, например, существующая в группе компаний ПАО «ММК» технология переработки шлаков включающая в себя первичный прием текущих сталеплавильных шлаков и последующую вторичную переработку методом магнитной сепарации и грохочения имеет потенциал для повышения эффективности извлечения железа из шлака. Реализация этого потенциала возможна путем внедрения в технологию первичной переработки шлака этапа жидкофазного восстановления железа в шлаковых чашах с целью повышения эффективности извлечения железа на этапе вторичной переработки.

Проведенные расчеты жидкофазного восстановления железа в шлаке позволяют оценить степень восстановления оксидов железа, а разработанная программа для автоматического расчета позволяет делать анализ результатов восстановления исходя из различных исходных условий подбирая лучший вариант для реализации процесса.

Таким образом была получена прочная основа для планирования и проведения лабораторных испытаний процесса жидкофазного восстановления железа в шлаках, которые позволят смоделировать и оценить результативность внедрения этапа жидкофазного восстановления в технологию первичной переработки шлака сталеплавильных шлаков ПАО «ММК».

### **Список литературы**

1. Утилизация отходов металлургического производства: монография / Н.В. Панишев, В.А. Бигеев, М.В. Потапова, И.В. Макарова, Т.О. Гаврилова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорский гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 69 с.
2. Утилизация железосодержащих металлургических отходов: учебное пособие / В.А. Бигеев, Н.В. Панишев, А.М. Столяров, А.В. Айкашев, М.В. Потапова, И.В. Макарова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорский гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2021. 113 с.

**Бигеев В.А.**, д-р техн. наук, профессор кафедры МиХТ,  
**Федянин А.В.**, старший мастер  
ККЦ ПАО «ММК», г. Магнитогорск, РФ  
**Кошкарлов А.В.**, аспирант кафедры МиХТ,  
**Зарецкий М.В.**, доцент кафедры ВТиП,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОВШЕВОЙ ОБРАБОТКИ ОСОБОНИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ**

В настоящее время, сталь с особо низким содержанием углерода (IF-сталь) востребована потребителями металла, при этом к данному сортаменту предъявляются особые требования к качеству, в том числе к качеству поверхности (группа С).

Технологическая цепочка производства данного сортамента в условиях ККЦ ПАО ММК выглядит следующим образом конвертер-печьковш-вакууматор-печьковш-МНЛЗ №6. Полупродукт, полученный в конвертере направляется на участок внепечной обработки стали - на печьковш, либо непосредственно на вакууматор, при наличии требуемой температуры металла.

После получения на вакууматоре требуемого содержания углерода металл возвращается на печь ковш, нагревается, производится раскисление покровного шлака и металла, затем металл доводится до заданного химического состава и температуры, а затем модифицируется кальцийсодержащей проволокой. После этого, в течение не менее 12 минут, производится мягкая продувка металла аргоном и отдача на МНЛЗ.

Было принято решение осуществлять обработку металла по той же технологической цепочке, но со следующими изменениями:

1. Получение химического состава производить на вакууматоре;
2. Электродуговой нагрев после вакуумирования исключить;
3. Раскисление покровного шлака не производить.

Во время проведения данных испытаний было отмечено, что после «мягкого» перемешивания металла аргоном на печьковше, после вакуумирования, изменение химического состава и температуры металла – не происходит. Данный факт указывал на отсутствие застойных зон в ковше во время вакуумирования.

Принимая во внимание отсутствие застойных зон, и негативное влияние продувки после получения заданного химического состава (неизбежный контакт металла и нераскисленного шлака), было принято решение об изменении технологической цепочки следующим образом: конвертер – печьковш – вакууматор – МНЛЗ.

На данный момент по данной технологии произведено и разлито 6 плавков с отдачей металла на МНЛЗ после вакуумирования. Разливка металла происходила в штатном режиме. При этом были исключены риски неполучения химического состава металла по углероду и кремнию, а также риск внепланового увода МНЛЗ.

*При участии Столярова А.М., д-ра техн. наук, профессора кафедры МиХТ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Бигеев В.А.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Гаврилова Т.О.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Манашев И.Р.**, канд. техн. наук, нач.отдела  
НТПФ «Эталон», г. Магнитогорск, РФ

## **СВС-ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХРОМСОДЕРЖАЩИХ ЛИГАТУР**

Технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) позволяет производить особо чистые лигатуры нитридов хрома и феррохрома с высоким содержанием азота до 15÷18%N.

На сегодняшний день реализация технологии возможна несколькими способами: в спутном потоке; в химической печи в фильтрационном режиме; в безгазовом режиме (вакууме). При возможности получения в промышленных масштабах газообразного азота особой чистоты не менее 99,9999%N, наиболее перспективны способы производства в условиях спутного потока и в химической печи в режиме фильтрации.

В ходе экспериментов наилучшие результаты получены при использовании в качестве сырья порошка хрома металлического (ГОСТ 5905-2004) марки ПХМ фракцией 0÷63мкм.

Эксперименты, проведенные при синтезе нитридов хрома и феррохрома, доказали эффективность подогрева газообразного азота особой чистоты до температуры 300÷350<sup>0</sup>С. При дальнейшем увеличении температуры газа происходит снижение содержания азота до 3-5%N.

СВС-технология производства хромсодержащих лигатур позволяет обеспечить высокую точность химического состава производимого материала. В результате экспериментов получен порошок нитрида хрома качественного состава: азот – 15,1%, кремний – 0,08%, углерод – 0,011%, сера – 0,014%, фосфор – 0,026%, алюминий – 0,18%, хром -82,7%, железо – 1,27% и кислород – 0,2%. Фракция – 0-63 мкм, на основе которого получен металлический порошок азотистого никель-хромового сплава марки ПР-АН55Х45.

Перспективным направлением является возможность применения порошков такого типа в аддитивных технологиях селективного лазерного выращивания металлических деталей при соблюдении дополнительных технологических условий, таких как подогрев платформы построения, сферическая форма зерен порошка, создание условий повышенного давления в зоне печати.

**Корнеев С.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Урбанович Н.И.**, канд. техн. наук, доцент,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

## **ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ПЫЛИ ГАЗООЧИСТКИ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ЦЕХОВ В СОБСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

В настоящее время в Республике Беларусь, как и на большинстве металлургических предприятий других стран технологии рециклинга пыли систем газоочисток плавильных агрегатов не применяются, вместе с тем пыль содержит ценные компоненты в виде оксидов железа (28-48% в пыли ЭСПЦ), а пыль ЭСПЦ также соединения цинка (около 12-32% Zn с тенденцией увеличения). При этом пыль является отходом и требует затрат на хранение и захоронение. Например, на Белорусском металлургическом заводе (БМЗ) ежегодно образуется около 30 тысяч тонн пыли. Рециклинг пыли подачей пыли с восстановителем непосредственно в электросталеплавильные печи возможен путем инъекции и путем подачи брикетированного материала. Из литературных данных известно об успешном использовании вдувания пыли для утилизации железосодержащей части пыли и повышения концентрации соединений цинка во вторичной пыли, однако об экономической составляющей данного подхода недостаточно данных. Попытки опытного применения данной технологии на БМЗ сопровождалась техническими затруднениями, а подача брикетированного материала в свою очередь не продемонстрировала экономической целесообразности при предварительной оценке. Альтернативным вариантом является использование продукта предварительной переработки пыли с удалённым из нее цинком.

Для получения данных для сравнительной оценки экономической эффективности различных способов утилизации пыли авторами были проведены следующие работы: определены возможные варианты и оптимальные количества связующего для брикетирования пыли и характеристики полученных брикетов, проведены лабораторные эксперименты по удалению цинка из пыли пирометаллургическим способом, рассмотрена возможность использования спека после удаления цинка как содержащую оксид железа добавку в цементной промышленности и как шихтовый материал после восстановления железа из оксидов. Проведены расчеты содержания железа в восстановленном продукте из железосодержащей пыли систем газоочистки металлургических печей при различном содержании оксидов железа и цинка в пыли в соответствии с химическим составом пыли БМЗ. Исследовано влияние количества, подаваемого в плавильные печи материала на выход годного металла, количество образующегося шлака и другие характеристики при плавке восстановленного материала при различной доле материала подаваемого в завалку с шихтой.

# Секция «Современные проблемы в химической технологии и металлургии. Физикохимия металлургических процессов»

УДК 662.74; 662.765

**Петухов В.Н.**, д-р техн. наук, проф.

**Старикова О.Ю.**, студент,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАГЕНТА МОДИФИКАТОРА

Предварительными исследованиями по влиянию реагентов модификаторов на показатели флотации установлено, что повышение флотиремости углей обеспечивается в случае использования в процессе флотации реагентов модификаторов. Нами в качестве реагента модификатора исследован продукт нефтехимии  $\mu$ -изонилфеноксидекозиленоксидакарбонат натрия «Синтерон», содержащий в молекуле анионно-катионные структуры, общей формулы:  $\text{H}_{19}\text{C}_9\text{-C}_6\text{H}_4\text{-O}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n\text{COONa}$  (ПАВ-1). При изучении влияния расхода модификаторов на эффективность и селективность процесса флотации угля в качестве реагентов собирателей использовались легкий газойль каталитического крекинга (ЛГКК) и «Мотоалкилат» (МТА), а в качестве реагента вспенивателя – «КОБС». Исследованием установлено, что при использовании модификатора «ПАВ-1» с собирателем «ЛГКК» в случае флотации угольной мелочи УОФ «Томусинская» с зольностью 12,5% наиболее высокие результаты флотации получены в случае расхода модификатора в количестве 0,0010 кг/т. Извлечение горючей массы в концентрат повышается с 89,4% до 92,2%. Увеличение расхода «ПАВ-1» до 0,005кг/т снижает эффективность флотации. Извлечение горючей массы в концентрат снижается с 92,2% до 90,8%. Применение реагента модификатора «ПАВ-1» позволяет улучшить селективность процесса флотации. При повышенном выходе концентрата. Его зольность снижается на 0,4%. Подобные закономерности улучшения показателей флотации при использовании модификатора «ПАВ-1» установлены при флотации угля с зольностью 36,1% с использованием собирателя «МТА». При расходе «ПАВ-1» в количестве 0.001кг/т выход концентрата повышается с 66,4% до 68,2%, а зольность отходов повышается с 82,3% до 85,2%. Это указывает на снижение потерь органической массы с отходами флотации. Одной из причин повышения показателей флотации в случае использования модификатора «ПАВ-1» является взаимодействие полярных атомов и функциональных групп молекул модификатора с электрофильными и нуклеофильными центрами угольной поверхности, что снижает гидратированность угольной поверхности и, как следствие, улучшает адсорбцию реагента собирателя [1]. Улучшение условий адсорбции собирателя на угольной поверхности предопределяет повышение её гидрофобизации и флотиремости угольных частиц.

### Список литературы

1. Исследование и разработка нового реагентного режима флотации углей на основе термодинамических параметров адсорбции углеводородов на угольной поверхности / В.Н. Петухов, Н.Ю. Осина, А.А. Юнаш, А.В. Саблин // Башкирский химический журнал. 2007. №3. Т.14. С.69-71.



**Петухов В.Н.**, д-р техн. наук, проф.

**Зуев Е.Д.**, студент,

ФГБОУ ВО «МГТУ им.Г.И.Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОТАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РЕАГЕНТОВ-СОБИРАТЕЛЕЙ ПРИ ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ**

В работе проводились исследования флотации угольной мелочи, поступающей на обогащение в условиях ЦОФ «Беловская» и технологической марки «ОС» разреза «Томусинский». При флотации угольной мелочи нами были исследованы в качестве реагентов-собирателей технический продукт нефтепереработки – легкий газойль каталитического крекинга «ЛГКК», Нефрас - 150/330» и легкий полимер-дистиллят («ЛПД»); В качестве реагента-вспенивателя использовались кубовые остатки бутиловых спиртов (КОБС. Исследованием установлена наиболее высокая эффективность флотации углей при использовании в качестве реагента собирателя «Нефрас -150/330». Применение реагента собирателя «Нефрас-150/330» при флотации углей с зольностью 19,4% выход концентрата составил 85,2% с зольностью 9,5%. Наиболее низкие показатели флотации получены в случае использования в качестве реагента собирателя «ЛГКК». При равном расходе реагентов использование собирателя «ЛГКК» привело к снижению выхода концентрата на 6,0% по сравнению с использованием собирателя «ЛПД» и на 8,8% по сравнению с применением «Нефрас-150/330».

Высокая флотационная активность действия реагентов собирателей «ЛПД» и «Нефрас-150/330» объясняется их групповым химическим составом. В групповой химический состав «Нефрас-150/330» в основном входят ароматические углеводороды, а в собирателе «ЛПД» содержится до 60% алкенов. Наличие π-электронов кратных углерод – углеродных связей в молекулах аренов и алкенов обеспечивают взаимодействие их с полярными центрами угольной поверхности по типу водородных связей[1]. Наличие подобного взаимодействия приводит к повышенной адсорбции химических соединений на угольной поверхности, что способствует повышению гидрофобизации угольной поверхности, увеличению прочности комплекса частица-пузырек и повышению флотируемости угольных частиц. В случае флотации углей с пониженной зольностью прослеживаются подобные закономерности изменения флотационной активности реагентов собирателей. Так, например при флотации углей с зольностью 15,3% применение в качестве реагента собирателя «Нефрас-150/330» выход концентрата повышается на 4,0% по сравнению с применением реагента собирателя «ЛГКК». Зольность отходов повышается на 10,9%. При равном расходе реагентов собирателей применение реагента «Нефрас-150/330» позволило повысить извлечение горючей массы в концентрат с 90,3% до 94,3%,

### **Список литературы**

1. Свечникова Н.Ю. Обоснование выбора собирателей из группы алкенов изомерного строения для интенсификации флотации угля: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: 2008. 21 с.

**Петухов В.Н.**, д-р техн. наук, проф.

**Запивалов А.А.**, студент,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОВЕШЕНСТВОВАНИЕ РЕАГЕНТНОГО РЕЖИМА ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАГЕНТОВ ВСПЕНИВАТЕЛЕЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ОРГАНИЧЕСКОЙ МАССЫ УГЛЕЙ С ОТХОДАМИ**

Основной задачей флотационного обогащения углей является разработка реагентного режима флотации углей различной минерализации органической массы с получением высоких технологических показателей. Нами проведены исследования флотуемости углей Кузнецкого бассейна с использованием различных реагентов вспенивателей. В качестве реагента собирателя использовали продукт нефтепереработки легкий газойль каталитического крекинга («ЛГКК»), а в качестве реагентов вспенивателей применяли кубовые остатки производства бутилового спирта («КОБС») и продукт нефтехимии - ацетиленовый спирт 1-гексин-3-ол,3,5-диметил («ДК-90»)[1]. Исследованием установлено значительное улучшение показателей флотации углей в случае использования в качестве реагента вспенивателя «ДК-90». При равном расходе собирателя 1,05 кг/т и вспенивателей 0,150 кг/т использование реагента вспенивателя ДК-90 позволяет повысить выход концентрата с 73,6% до 86,1%, а извлечение горючей массы в концентрат повышается с 87,2% до 97,4% по сравнению с использованием в качестве реагента вспенивателя «КОБС». Равное извлечение горючей массы в концентрат достигается при снижении реагента вспенивателя ДК-90 со 150 г/л до 50 г/л по сравнению с использованием «КОБС». Установлено, что повышение реагента вспенивателя ДК-90 с 0,050 кг/т до 0,100 кг/т позволяет при снижении расхода собирателя «ЛГКК» со 1,58 кг/т до 0,79 кг/т повысить выход концентрата с 78,6% до 79,5%, а извлечение горючей массы в концентрат повышается с 93,9% до 94,7% при зольности отходов флотации 79,6%. Наиболее высокие показатели флотации по извлечению горючей массы в концентрат получены при расходе собирателя «ЛГКК» в количестве 1,05 кг/т, а реагента вспенивателя ДК-90 в количестве 0,150 кг/т. При этих расходах реагента извлечение горючей массы в концентрат составило 96,4% при зольности концентрата 7,4%. Высокая эффективность ацетиленового спирта ДК-90 объясняется не только его высокими пенообразующими свойствами, но также возможностью повышения гидрофобности угольной поверхности за счет адсорбции ДК-90 на угле. Это обеспечивает повышение адсорбции собирателя «ЛГКК» на угле и улучшения показателей флотации.

### Список литературы

1. Влияние ацетиленовых спиртов на флотацию углей / Петухов В.Н., Щелкунов С.А., Малышев О.А., Кубак Д.А., Юдина С.В. // Кокс и химия. 2020. №11. С.24-33.

**Степанов Е.Н.**, канд. техн. наук, ведущий специалист НТЦ

**Чуйкина О.В.**, ведущий инженер НТЦ

**Шмелева А.Е.**, ведущий экономист

**Моисеенко С.А.**, и.о. начальника УПЦ

ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск, РФ

## **ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЯ КОКСУЕМОСТИ УГОЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОКСОВАНИЙ**

Применение термина «коэффициент технологической ценности» к углю с точки зрения эффективности его использования в производственных процессах переработки подробно представлено в работах Б. П. Киселева и С. Г. Стахеева [1, 2]. В последующем этот термин был распространен для оценки геологических запасов угля, формирования стоимости угля и влияния индивидуальных особенностей угля на свойства кокса. В оценке геологических запасов предложена промышленно-генетическая классификация ископаемых углей на основе критериев их ценности: промышленно-генетической, технологической, энергетической. Этот вопрос обобщен и представлен в работах В. П. Иванова с соавторами [3, 4].

Предложен метод числовой градации влияния конкретного поставщика угольного концентрата на формирование показателей качества кокса (холодная прочность M25 и M10%, показатели CSR и CRI %) с учетом петрографической однородности угля ( $\sigma_R$  %) по результатам проведения промышленных коксований. В данном случае определяется коэффициент технологической ценности (КТЦ). Количественная оценка КТЦ по прочностным свойствам кокса и однородности петрографического состава позволяет из соотношения  $0,7 < \text{КТЦ} \leq 1$  определить функциональные группы формирования состава угольной шихты.

### Список литературы

1. Киселев Б. П., Стахеев С. Г. Технологическая ценность угольного сырья. Угли, обеспечивающие спекаемость смесей для производства кокса // Кокс и химия. 2012. № 7. С. 2–5.
2. Киселев Б. П., Стахеев С. Г. Технологическая ценность угольного сырья. Коксующиеся угли с умеренным и пониженным выходом летучих веществ // Кокс и химия. 2015. № 12. С. 2–6.
3. Иванов В. П. Промышленно-энергетическая классификация для оценки рационального использования углей // Изв. вузов. Физика. 2015. № 7. С. 104–111.
4. Сырьевая база коксующихся углей Кузбасса, обеспеченность запасами и их технологическая ценность для коксования / Иванов В.П., Сушков В.Ю., Торгунаков А.А. и др. // Кокс и химия. 2008. № 9. С. 12–17.

**Смирнов А.Н.**, д-р физ.-мат. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Алексеев Д.И.**, канд. техн. наук, доцент  
НФ НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк, РФ  
**Жидков М.Ю.**, студент,  
**Геливанов А.М.**, студент,  
**Шайхисламова Т.А.**, студент,  
**Исламгулов Р.И.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ КОКСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО ПОЛОЖЕНИЯ В КАМЕРЕ КОКСОВАНИЯ

Для обеспечения устойчивой работы доменных печей большое значение имеет комплекс физико-механических свойств кокса. Механическая прочность кокса характеризуют дробимостью и истираемостью. Одна из причин различных значений механической прочности кусочков кокса связана с размерами коксового пирога, которые формируются геометрией и объёмом промышленных камер коксования [1,2].

В работе рассмотрен один из аспектов влияющий на механическую прочность кокса – изменение свойств кокса внутри камеры коксования. Образцы для изучения механической прочности кокса были приготовлены из промышленных образцов кокса КХП ПАО «ММК». На рис. 1 представлена динамика разрушения соответствующих фракций проб кокса, а на рис. 2 показано изменение количества кусочков кокса, сформированных из частей исходного куска кокса, находящихся в центре камеры коксования и пристеночном слое.

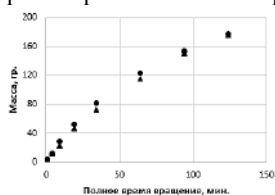


Рис. 1 – Динамика разрушения проб кокса (фракция < 1).  
▲ - пристеночной части  
● - центральной части

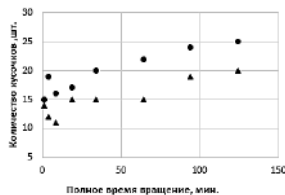


Рис. 2 – Зависимость количества кусочков кокса в пробе от полного времени вращения. ▲ - пристеночной части ● - центральной части

Установлено, что механические свойства кусочков кокса из центрального слоя коксового пирога обладают большей механической стойкостью по сравнению с коксом из пристеночного слоя. При реконструкции коксовых батарей можно рекомендовать увеличивать ширину камеры коксования, относительно стандартных значений 410 мм и 450 мм.

### Список литературы

1. Мучник Д.А. Формирование свойств доменного кокса. М.: Metallurgy 1983. 175 с.
2. Смирнов А.Н., Алексеев Д.И. Сопоставление и анализ адекватности математических моделей для прогнозирования показателей качества кокса М25 и М10 // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им Г.И. Носова. 2017. Т.15. №3. С.1–4.

**Смирнов А.Н.**, д-р физ.- мат. наук, проф.,  
**Геливанов А.М.**, студент,  
**Жидков М.Ю.**, студент,  
**Исламгулов Р.И.**, студент,  
**Шайхисламова Т.А.**, студент,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Алексеев Д.И.**, канд. техн. наук, доц.,  
 НФ НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк, РФ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ГРАФИТИЗАЦИИ ОБРАЗЦОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОКСА

Субструктура углеродных материалов в значительной степени определяет их прочностные характеристики, а также и реакционную способность их поверхности [1]. Структурообразование в углеродистых веществах — это сложный процесс, который состоит из трех последовательно-параллельных стадий: разрушения структурных элементов, препятствующих графитации, роста углеродных полисопряженных слоев и укладки их в трехмерные упорядоченные структуры.

Известны три основных элемента его структуры: турбостратная структура, аморфный углерод и надатомные образования высшего порядка. Турбостратной называется слоистая структура углерода, в которой в отличие от структуры графита отсутствует закономерная ориентация слоев (ламель) относительно гексагональной оси. Для графитоподобных материалов, и, в частности, кокса, о степени совершенства кристаллической структуры часто судят по величине расстояния между слоями  $d_{002}$  (уравнение 1), вводя параметр  $g$ , называемый степенью графитизации:

$$d_{002} = 0,3440(1 - g) + 0,335g ; \quad (1) \quad N = \frac{L_c}{d_{002}} + 1. \quad (2)$$

Если  $d_{002} = 0,335$  нм (межплоскостное расстояние в хорошо упорядоченном графите) считается, что степень графитизации равна 1. Чем больше  $d_{002}$ , тем меньше степень графитизации. Кроме того, установлено, что положение дифракционного пика 002, зависит от количества слоев ( $N$ ), образующих область когерентного рассеивания (ОКР, или домены), которые можно рассчитать через значение показателей  $L_c$  и  $L_a$  (уравнение 2) определяемых как высота (толщина) пакетов и длина ламелей соответственно [2].

В настоящее время нами получены рентгенограммы образцов кокса (КХП ПАО «ММК») на рентгеновском дифрактометре XRD-7000 (Shimadzu, Япония) с рентгеновской трубкой на основе хрома (длина волны характеристического  $K_{\alpha}$ -излучения  $\lambda = 0,228970$  нм, шаг  $0,02$  град, время накопления  $0,48$  с), обработка которых позволит определить степень графитизации, значение показателей  $L_c$  и  $L_a$ . и оценить возможность их использования для прогнозирования физико-механических свойств металлургического кокса.

### Список литература

1. Попова А. Н., Созинов С. А. Исследование микроструктуры кокса методами рентгеноструктурного анализа и сканирующей электронной микроскопии // Бултеровские сообщения. 2018. Т. 56, № 11. С. 82–89.
2. Алексеев Д.И., Смирнов А.Н., Горленко Д.А. Изменение размера молекулярно – ориентированных доменов кокса после газификации // Химия в интересах устойчивого развития. 2022.Т.30, № 5 С. 453 – 459.

**Свечникова Н. Ю.**, доц., канд. техн. наук,  
**Гильмутдинов Д.В.**, студ.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА КОКСА НА КОКСОХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПАО «ММК»**

Продукция коксохимического производства не является конечной, а используется в последующих переделах металлургических предприятий полного цикла. Вследствие этого качество доменного кокса всегда рассматривается сквозь призму его влияния на работу доменных печей, а именно на технико-экономические показатели, а также тип и качество выплавляемого чугуна. То есть качество кокса относится к числу важнейших показателей производственно-хозяйственной деятельности промышленных предприятий, что обуславливает необходимость поддерживать его на должном уровне [1].

Объектом исследования является КХП ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», основными видами деятельности которого являются подготовка доменного кокса и железорудного сырья, выплавка чугуна, стали, производство листового, сортового проката и проката с различными покрытиями [2].

В условиях современного рынка кокс должен удовлетворять требованиям доменного производства. Поэтому разработка новых технологических решений, направленных на получение товарного продукта с улучшенными потребительскими свойствами является актуальной и имеет большое практическое значение.

В работе изучены теоретические и практические вопросы повышения качества кокса. На основе анализа брака разработаны мероприятия, направленные на снижение количества несоответствий [3,4].

### Список литературы

1. Лейбович Р.Е., Яковлева Е.И., Филатов А.Б. Технология коксохимического производства: учебник для коксохим. и металлург. спец. техникумов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1982. 360 с.
2. Технологическая инструкция ТИ-101-КХ-07-2013 «Эксплуатация коксовых печей и сортировка кокса».
3. Рашников В.Ф., Салганик В.М., Шемшурова Н.Г. Основы квалиметрии. Инструменты и системы управления качеством.: учеб. пособие. Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2012. 369 с.

**Волощук Т.Г.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Игбердина В.Р.**, магистрант  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

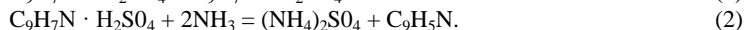
## ПОЛУЧЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСНОВАНИЙ КОКСОВОГО ГАЗА

Применение ингибиторов – один из самых эффективных способов борьбы с коррозией металлов в различных агрессивных средах [1]. В металлургии весьма эффективно применение ингибиторов коррозии при травлении проката, труб, стальных изделий, а также при травлении изделий перед окраской, эмалированием, нанесением гальванических и химических покрытий. В некоторых случаях применение ингибиторов коррозии при травлении является необходимым условием получения высококачественной продукции.

Эффективными ингибиторами коррозии являются органические соединения, содержащие азот и фосфор и обладающие способностью адсорбироваться на поверхности металла с образованием гидрофобного слоя, прочно связанного с поверхностью металла за счет химического (координационного) взаимодействия с ним.

Потенциальным сырьем для получения ингибиторов коррозии могут служить азотные органические соединения (пиридиновые и хинолиновые основания), содержащиеся в коксовом газе, которые в настоящее время из него не выделяются. Ресурсы оснований в коксовом газе составляют 0,4-0,6 г/м<sup>3</sup>, что позволит получать 100 г на 1 т сухой шихты, при потерях 0,2-0,4 г/м<sup>3</sup>.

Выделить органические основания возможно из каменноугольной смолы, поскольку они хорошо растворяются в конденсате при охлаждении коксового газа [2]. Для этого необходимо осуществить мойку фракций смолы серной кислотой, при которой растворенные основания будут взаимодействовать с кислотой с образованием сульфата хинолина (1). Он свою очередь нейтрализуется парами аммиака из аммиачной колонны с выделением пиридиновых оснований (2) :



Пиридиновые основания являются наиболее дорогостоящим малотоннажным продуктом каменноугольной смолы (около 125 тыс. руб/тонн), производство которого позволит получить собственные ингибиторы коррозии для применения на ПАО «ММК».

### Список литературы

1. Цыганкова Л.Е. Ингибиторы коррозии металлов. Тамбов.: Изд-во ТГУ, 2001. 188 с.

2. Волощук, Т. Г. Извлечение аммиака и пиридиновых оснований из коксового газа : учебное пособие / Т. Г. Волощук ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2765.pdf&show=dcatalogues/1/1526969/2765.pdf&view=true> (дата обращения: 25.11.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный.

**Волощук Т.Г.**, канд. техн. наук, доцент  
**Мухамедьянова И.Р.**, студент  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОДНЫХ ПЕКОВ В РАЗНЫХ СТРАНАХ-ПРОИЗВОДИТЕЛЯХ

Для производства углеродной продукции в качестве связующего материала используется электродный пек, качество которого в значительной мере определяет уровень физико-механических свойств готового продукта.

В России к основным нормируемым показателям качества электродного пека относят температуру размягчения, °С; выход летучих веществ, %; зольность, %; массовую долю веществ нерастворимых в толуоле, % ( $\alpha_1$ -фракция), содержание веществ, нерастворимых в хинолине ( $\alpha_1$ -фракция). В большинстве зарубежных стандартов «выход летучих веществ» не регламентируется, т.к. этот показатель не учитывает возможность образования кокса из испаряемых продуктов пека в процессе обжига анодной массы. Однако включен показатель «коксовый остаток» температурный режим и условия определения, которого приближен к технологическому процессу. А так же вязкость при 160 °С, мПа·с и отгон до 360 °С, % определяющих реологические и смачивающие свойства, которые обеспечивают насыщаемость зерен кокса-наполнителя при пониженной температуре (таблица) [1]. Высокий разбег  $\alpha_1$ -фракции (от 4 до 17%) объясняется тем, что влияние на свойства пека оказывает не столько абсолютное содержание  $\alpha_1$ -фракции, сколько степень ее конденсированности, размер частиц и степень их агломерации. При этом стандарты учитывают степень пиролизованности смолы, от которой зависит содержание  $\alpha_1$ -фракции, а она в разных странах отличается.

Некоторые стандартные показатели электродного связующего

Характеристики	Европа	Россия	Америка
Температура размягчения, °С	110-115	85-90	107-113
Содержание веществ, нерастворимых в толуоле, %	24-30	< 31	27-34
Содержание веществ, нерастворимых в хинолине, %	4-8	<12	10-17
Коксовый остаток, %	>55	Не норм.	>57
Отгон до 360 °С, %	4-8	То же	3-6
Вязкость при 160 °С, мПа·с	1800-2000	-«-	2000
Содержание мезофазных частиц (> 1 мкм), %	<0,3	-«-	Не норм.

Таким образом, отечественный стандарт на электродный пек устарел, существенно отличается от стандартов европейских и американских производителей, должен быть пересмотрен и приближен к нуждам потребителей.

### Список литературы

1. Сидоров О.Ф., Селезнев А.Н. Перспективы производства и совершенствования потребительских свойств каменноугольных электродных пеков // Российский Химический Журнал (Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева). 2006. Том L. № 1. С16-24.



**Нгуен К.Т.**, аспирант  
**Берестов В.В.**, аспирант  
**Кречетов И.С.**, канд. физ.-мат. наук, доцент  
 НИТУ МИСИС, г. Москва, РФ

## **ВЫСОКОПОРИСТЫЙ АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ ИЗ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ АДСОРБЦИИ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЕГО**

В последние годы наблюдается рост интереса исследователей к созданию высокопористых активированных углей (АУ) из биомассы, в особенности из сельскохозяйственных отходов: остатки рисовой шелухи, отходы хлопкового и текстильного производства и т.д. [1]. АУ из такого сырья – эффективные адсорбенты для загрязнителей и токсичных веществ. Метиленовый синий (МС) является одним из распространенных красителей, используемых в промышленности, и в то же время – это одно из основных веществ-маркеров, позволяющих оценивать эффективность адсорбции углями токсичных веществ с низкой молекулярной массой. В настоящей работе предложена методика создания высокопористого АУ из отходов текстильного производства и оценена его эффективность по адсорбции МС.

АУ получали из хлопкового пуха, пропитанного 5 % раствором  $H_3PO_4$ , путем карбонизации в атмосфере Ar и физической активации в атмосфере  $CO_2$  с разной скоростью потока и чрезвычайно высокой скоростью нагрева для обоих процессов (до  $585^\circ C/мин$  и  $751^\circ C/мин$  соответственно).

Результаты порометрии и исследования адсорбционных свойств полученных материалов представлены в таблице. Наилучшие результаты демонстрируют образцы, полученные при активации со скоростью потока  $CO_2$  0,2 мл/мин. Адсорбционная активность полученного материала выше, чем большого числа других адсорбентов, получаемых из различных видов биомассы [1].

Результаты порометрии и адсорбционные свойства полученных материалов

Поток $CO_2$ , л/мин	Удельная площадь по БЭТ, $m^2/g$	Удельная площадь пор, $m^2/g$	Удельный объём микропор, $cm^3/g$	Средний диаметр пор, нм	Адсорбция МС, мг/г
0	651,2	-	0,34	0,52	182
0,1	1804,7	1606,7	0,88	1,47	724
0,2	2458,3	1848,5	1,31	1,80	1042
0,4	2236,8	1880,1	1,21	1,70	1038

*Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания FSME-2023-0007*

### Список литературы

1. Shelke V. N., Jopale M. K., Kategaonkar A. H. Exploration of biomass waste as low cost adsorbents for removal of methylene blue dye: a review // Journal of the Indian Chemical Society. 2022. P. 100530.

**Марьина С.В.**, студент,  
**Ахтямова А.М.**, студент,  
**Крылова С.А.**, канд. хим. наук, доц.  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ СГУЩЕНИЯ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ ЦОФ «ММК-УГОЛЬ»**

Для повышения эффективности разделения твердой и жидкой фаз (в процессах осветления, сгущения, фильтрования) на углеобогатительных фабриках России используются синтетические полимерные флокулянты [1]. В настоящее время, в связи со сложностями поставки в Россию реагентов, производимых в странах ЕС, на ЦОФ «ММК-УГОЛЬ» для обеспечения стабильной работы возникла необходимость подбора флокулянтов - аналогов ранее используемых торговых марок «Magnafloc 345 M» и «Technofloc TN 155». Нами были проведены исследования анионного аналога – флокулянта «Seurvey FL-3 (S-33)» (производитель ООО "ХГ "Основа", РФ). Эффективность действия флокулянта в опытах по сгущению определялась по значению таких показателей как, время осаждения, объем сгущенной суспензии, содержание твердого в сливе, а в опытах по обезвоживанию - по объему фильтрата, времени фильтрования, влажности кека. Результаты предварительных испытаний по сгущению/осветлению угольного шлама представлены в таблице.

Результаты предварительных исследований по сгущению

Флокулянт	Доза, мл	Время осаждения флокул, с	Объем сгущенной суспензии, мл	Содержание твердого в сливе, г/л
Magnafloc 345 M Technofloc SF 855	0,5+0,5	8,5	17	0,053
Technofloc TN 155 Technofloc SF 855	0,5+0,5	9,7	23,5	0,118
Seurvey FL-3(S-33) Technofloc SF 855	0,5+0,5	9,5	18,5	0,179

Исследуемый флокулянт в опытах по сгущению показал соизмеримые результаты по сравнению с базовыми флокулянтами. В опытах по обезвоживанию результаты испытаний с «Seurvey FL-3(S-33)» превосходили базовые показатели по времени фильтрования в 2-5 раз. Мы полагаем, что флокулянт «Seurvey FL-3(S-33)» является перспективным объектом для дальнейших исследований. Кроме того, будут продолжены испытания как с анионным, так и с катионным флокулянтами «Seurvey FL-3».

### Список литературы

1. Удовицкий В. И., Фролов Д. В. Анализ методик определения эффективности действия полимерных флокулянтов в процессах обезвоживания угольных шламов и продуктов их обогащения // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2018. №. 1 (123). С. 14-20.

**Смирнов А.Н.**, д-р физ.-мат. наук, проф.,  
**Крылова С.А.**, канд. хим. наук, доц.,  
**Кузьмина Е.Е.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Алексеев Д.И.**, канд. техн. наук, доц.,  
НФ НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк, РФ

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО СВЯЗУЮЩЕГО НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА МАГНИЯ**

Для получения периклазоуглеродистых огнеупоров важное значение имеет стадия полимеризации изделий, сформированных под высоким давлением из массы, содержащей периклаз (MgO), графит и органическое связующее в различных соотношениях. Последнее играет важную роль в процессе получения заготовки, формировании микроструктуры продукта и его рабочих характеристик.

Целью данного исследования являлось изучение влияния влажности, доступа кислорода на процесс полимеризации фенольного связующего СФПР-054, используемого при изготовлении периклазоуглеродистых огнеупоров, и формирование структурно – прочностных свойств образцов на основе обожжённого магнезита.

Для проведения исследования были изготовлены образцы-таблетки следующего состава: 5% СФПР-054 и 95% обожжённого магнезита Саткинского месторождения. Образцы были разделены на пять групп. Условия проведения процесса полимеризации в каждой группе отличались. Полученные образцы испытывали на прочность на установке [1]. Фазовый состав образцов исследовали методом рентгеноструктурного анализа. Образцы, полимеризованные при температуре 25 °С без доступа воздуха выдерживали нагрузку разрушения более, чем в 2 раза выше относительно образцов, полимеризованных на воздухе при комнатной или повышенной температуре, и почти в 5 раз больше, чем образцы полимеризованные в сухом виде при высокой температуре. На дифрактограмме наиболее прочных образцов присутствуют новые, относительно исходного образца, пики, указывающие на наличие кристаллогидратов, которые, мы полагаем, способствуют формированию более развитого полимерного каркаса и повышению механической прочности органической связки.

В результате выполненных исследований установлено, что различия условий проведения процесса полимеризации органического связующего влияют на структурно-механические свойства образцов на основе оксида магния. Наилучшие структурно-механические свойства продемонстрировали образцы, полученные при комнатной температуре, без доступа кислорода, с предварительным увлажнением.

### **Список литературы**

1. Смирнов А.Н., Крылова С.А., Кузьмина Е.Е. Изучение механических свойств изделий на основе магнезита, формирующихся в процессе полимеризации органического связующего // Современные достижения университетских научных школ: сб. докл. нац. науч. школы-конф. 2022. Магнитогорск:Изд-во: Магнитогорск.гос.тех.ун-та им. Г.И.Носова, 2022. С. 5-10.

**Свечникова Н.Ю.**, доц., канд. техн. наук,  
**Макарова И.В.**, доц., канд. техн. наук,  
**Юдина С.В.**, ст. преп.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВЫБОР СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ГОРЯЧИХ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ГАЗОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ ДОМЕННОГО ПРОЦЕССА**

Известно, что доменный процесс основан на использовании горячих восстановительных газов для восстановления оксидов железа и других примесей. Восстановительные газы в условиях доменной печи образуются за счет сжигания углеродсодержащего топлива в верхней части горна в потоке горячего дутья.

В современном доменном процессе на первое место в качестве лимитирующего звена выходят процессы косвенного восстановления.

Для устранения лимитирующего звена (или снижения доли его влияния на процесс) необходимо активизировать процессы восстановления в низкотемпературной зоне доменной печи. Одним из способов активизации косвенного восстановления является подача горячих восстановительных газов в низкотемпературную зону доменной печи [1, 2].

Восстановительные газы ( $\text{CO}$  и  $\text{H}_2$ ) можно получить путем конверсии природного газа, либо путем газификации угля [2]. В работе сделан сравнительный анализ получения синтез-газа различными способами для выявления наиболее рационального для условий доменного процесса.

Наиболее широко распространенным способом получения синтез-газа являются различные виды конверсии природного газа: кислородной, паровой и углекислотной. Кислородная конверсия является наиболее предпочтительной для производства синтез-газа в промышленных масштабах, но требует большого расхода дорогостоящего чистого кислорода. Наиболее дешевым способом конверсии является паровая конверсия, но этот процесс требует использование катализаторов и повышенного давления (до 4 атмосфер).

Углекислотная конверсия требует первоначальную стадию получения газа  $\text{CO}_2$ , но данная стадия может быть заменена путем использования в качестве окислителя колошниковый газ, что удешевит процесс конверсии и позволит получить синтез-газ наиболее лучшего состава для условий доменного процесса.

### Список литературы

1. Большаков В.И. Технология высокоэффективной энергосберегающей доменной плавки. Киев: Наукова думка, 2014. 412 с.
2. Бюрглер Т., Брунбауэр Г., Ферстль А. Опыт эксплуатации новой системы вдувания газа-восстановителя для доменных печей. М.: Черные металлы, 2004. 33 с.

**Шубина М.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Махоткина Е.С.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Тайсина С.М.**, магистрант  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## АКТУАЛЬНОСТЬ РЕГЕНЕРАЦИИ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ

В настоящее время минеральные масла используются в различных отраслях народного хозяйства, начиная с тяжелой индустрии и заканчивая легкой промышленностью и сельским хозяйством. В металлургическом производстве, используется огромное количество минеральных масел для работы различных механических узлов, которые через определенный срок эксплуатации теряют свои потребительские свойства и образуют отработанные масла. При современном дефиците и учёте глобальной обстановки в стране захоронение отработанных масел является нецелесообразным. В этом случае возникает возможность развития восстановления качеств энергоносителей, используемых в металлургическом производстве.

Одним из наиболее реальных источников пополнения масляных ресурсов является регенерация (восстановление качества) отработанных масел и повторное их использование [1]. Проанализировав различные методы регенерации масел, можно выбрать способ, подходящий для конкретного вида минерального масла, объёма производства предприятий, рабочих площадок, тем самым достичь желаемого результата [2]. Современный мир позволяет за короткие сроки собрать установки по регенерации масел, занимающие небольшие площади, которые достигают наилучшие результаты по восстановлению качеств масел, к тому же экономически выгодных, с соблюдением пожаро- и взрывобезопасных норм.

В связи с этим, осуществлен подбор технологического оборудования, позволяющего с помощью методики адсорбирования восстановить качество отработанного минерального масла. Проведен анализ физико-химических свойств, с оценкой соответствия требованиям нормативной документации, оценены мероприятия по безопасности и экологичности проекта [3].

### Список литературы

1. Шашкин П.И., Брай И.В. Регенерация отработанных нефтяных масел. М.: Химия, 1970. 303 с.
2. Юсевич А.И., Грушова Е.И., Куис О.В. Вторичные виды сырья в технологии органического синтеза: учеб. пособие для студентов специальности «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий». Минск: БГТУ, 2012. 164 с.
3. Шубина М.В., Махоткина Е.С. Методы и средства измерений и контроля [Электронный ресурс]: практикум. Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2018. 53 с. Режим доступа: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Found.asp> Загл. с титул. экрана.

**Свечникова Н.Ю.**, доц., канд. техн. наук,  
**Мазова А.В.**, маг.,  
**Петренко А.П.**, студ.,  
**Юдина С.В.**, ст. преп.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИЗУЧЕНИЕ И ВЫБОР МЕТОДОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАСЕЛ И МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

В процессе эксплуатации масел в них накапливаются продукты окисления, загрязнения и другие примеси, которые резко снижают качество масел. Масла, содержащие загрязняющие примеси, неспособны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям. Отработанные масла собирают и подвергают регенерации с целью сохранения ценного сырья, что является экономически выгодным. За год на территории Российской Федерации собирается около 1,7 млн. тонн масел, перерабатывается до 0,25 млн. тонн, т.е. 15% [1-3].

Современные технологии утилизации отработанных масел позволяют повысить культуру сбора нефтепродуктов, обеспечить защиту окружающей среды от загрязнения нефтепродуктами и сократить материальные и экономические потери.

Один из способов утилизации масел — это термическое обезвреживание нефтесодержащих отходов. В качестве продуктов получают шлак или золу, которые используют как наполнители при изготовлении строительных материалов, как удобрения, в качестве сырья для получения некоторых нефтяных компонентов.

В работе изучены эффективные методы утилизации отработанных нефтепродуктов – установка термической деструкции УПНШ-05СД и установка экстракции инертным газом  $\text{CO}_2$ , которые соответствуют наилучшим доступным технологиям.

### Список литературы

1. Чуденкова Т.Н., Чуденкова В.Н. Химия и технология регенерации отработанного моторного масла // Вестник науки и образования. 2020. № 22-1 (100). С. 10-14.
2. Глушкова М.А., Свечникова Н.Ю., А.П. Петренко. Разработка мероприятий по утилизации нефтешламов в АО «Международный аэропорт Магнитогорска» // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2020. №5. С. 29.
3. Глушкова М.А., Свечникова Н.Ю., Петренко А.П. Способы утилизации нефтесодержащих отходов, накапливаемых в испытательных лабораториях // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2020. №5. С. 29.

**Махоткина Е.С.**, канд. техн. наук, доц.,

**Шубина М.В.**, канд. техн. наук, доц.,

**Байкадамова А.Д.**, маг.,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Крупнейшие месторождения титаномагнетитов являются одним из главных богатств Урала. Содержание железа в Уральских рудах 15-17%. Титанистые железные руды представлены месторождениями Кытлымской и Качканарской групп, Висимским, Суроямским, Велиховским, Кусинским, Копанским, Медведёвским месторождениями. Эти руды подвергаются обогащению с целью повышения количества извлекаемого из недр полезного компонента – железа. В результате обогащения образуются насыпные техногенные ресурсы (отвалы, терриконы, шламо- и хвостохранилища обогатительных фабрик). Сейчас только 1-2% извлечённого природного сырья превращается в готовую продукцию. Остальная часть составляет складывающиеся отходы. Согласно официальной статистической информации наблюдается устойчивый рост объёмов образования и накопления таких отходов, что связано с ростом добычи, обусловленной уменьшением содержания железа в руде. По оценкам, количество отходов ежегодно увеличивается более чем на 5 млрд т [1].

В результате технологических операций обогащения титаномагнетитов образуются «хвосты», которые кроме пустой породы содержат от 8 до 26,5 % железосодержащих минералов, другие ценные компоненты. Одним из таких компонентов является ванадий. Уральские титаномагнетиты содержат от 0,13 до 0,32% этого металла в зависимости от месторождения [2].

Таким образом, хвостохранилища по содержанию и запасам нужных и промышленно привлекательных компонентов являются перспективным объектом. При этом, для окружающей среды техногенные поверхностные образования – мощный источник загрязнения. Рациональное природопользование подразумевает, что вторичные минеральные ресурсы (отходы обогащения) нужно применять в производстве в качестве исходного сырья для извлечения ценных компонентов.

В связи с этим, рассмотрены современные технологии извлечения ванадия из техногенного и природного сырья.

### Список литературы

1. Петров В.И. Вторичные ресурсы, образующиеся в горнодобывающей промышленности. [https://eipc.center/wp-content/uploads/2020/08/encycl/p\\_three/chpt\\_16.pdf](https://eipc.center/wp-content/uploads/2020/08/encycl/p_three/chpt_16.pdf)

2. Ванадийсодержащие минеральные и техногенные материалы / Шубина М.В., Махоткина Е.С., Горбунова А.В., Мукаев Е.Г., Чурилов А.Е. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2017. Т. 2. С. 72-75.

**Жевненко С.Н.**, д-р физ.-мат. наук, проф.

**Петров И.С.**, аспирант

НИТУ МИСИС, г. Москва, РФ

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИКИ ПРОПИТКИ ПОРИСТОГО ЖЕЛЕЗА РАСПЛАВАМИ СЕРЕБРА И МЕДИ**

Высокотемпературная пропитка является важным технологическим процессом при производстве композиционных материалов, в химической технологии. Установление закономерностей скорости пропитывания от температуры, времени, структуры пористого тела является актуальной научной задачей. В данной работе исследована кинетика пропитки в системе Cu(расплав)-Fe(пористое тело). Пористые подложки для пропитки были получены спеканием порошка железа ОСЧ-6-2, с средним размером около 5 мкм. Пористость подложек составляла 0,40-0,45. В качестве инфильтрата был использован расплав меди с массовой долей Cu 99,999 %. Эксперименты были проведены в установке, описанной в работе [1], при температуре 1100 °С в вакууме  $10^{-5}$  мм.рт.ст. В экспериментах были получены серии фотографий, снятых с помощью высокоскоростных камер видимого и ближнего инфракрасного диапазона длин волн. В результате обработки серии снимков были получены временные зависимости объема расплава, впитавшегося в подложку. По данным графиков была рассчитана линейная скорость движения фронта пропитки с использованием модели, описанной в работе [2]. Полученные результаты были сравнены с скоростями пропитки в системе Ag(расплав)-Fe(пористое тело) при той же температуре. При пропитке медью линейная скорость фронта оказалась на порядок выше, чем при пропитке серебром. Это прежде всего связано с различием в равновесных и динамических углах смачивания, для расплава меди они значительно меньше, чем для серебра. Для измерения динамики изменения контактных углов смачивания и скорости движения фронта расплава проводили эксперименты на плоских, литых подложках. Исследования поперечных шлифов пропитанных образцов на сканирующем электронном микроскопе показали, что внутри поровое пространство не нарушается (не происходит активного растворения).

*Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания FSME-2023-0007*

### Список литературы

1. Zhevnenko S. N., Gorshenkov M. V., Petrov I. S. Effect of B on improving wetting and imbibition of sintered porous Ta by Cu melt // Journal of Alloys and Compounds. 2021. V. 860. P. 157886.
2. Петров И. С., Жевненко С. Н. Модель капиллярного впитывания пористым телом жидкой капли с конечной площадью контакта на примере системы железо-серебро // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2022. Т. 13, № 1. С. 27-30.



**Волков А.И.**, канд. хим. наук, директор научного центра,  
**Кологриева У.А.**, ст. науч. сотрудник  
**Стулов П.Е.**, ст. науч. сотрудник  
ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», г. Москва, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕНТАОКСИДА ВАНАДИЯ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ЧИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВАНАДИЯ**

За последнее время в мире возросло потребление ванадия с 72 тыс. т в 2011 г до 120 тыс. т в 2021 г. Это объясняется ростом потребления высокопрочной стали для различных конструкций. Ванадий незаменим в аэрокосмической отрасли и химической промышленности. Перспективным направлением развития отрасли считается производство проточных источников тока. Для них и для сплавов цветных металлов важно содержание примесей в  $V_2O_5$ .

В России из титаномагнетитовой руды производят технический  $V_2O_5$ , по своему качеству он не пригоден для получения чистых сплавов и соединений V. Поэтому до 2020 г. объём импорта оксидов ванадия составлял от 2,4 до 3,5 тыс. т в год. В мировой практике чистые оксиды V чаще получают путём осаждения ванадатов аммония, их перекристаллизацией, сушкой и прокаливанием. Такая технология может приводить к загрязнению сточных вод и воздуха. Другой подход получения чистого  $V_2O_5$  заключается в замене катионов металлов осаждаемых ванадатов перед гидролизом или обработке свежесозданного оксида солями. Одним из способов очистки технического  $V_2O_5$  является его растворение в растворах щелочей с последующим осаждением ванадатов. В настоящей работе изучен состав технического пентаоксида ванадия, проведены исследования по его переработке.

Технический  $V_2O_5$  получали по известково-серноокислотной технологии ЕВРАЗ Ванадий Тула из ванадиевых конвертерных шлаков ЕВРАЗ НТМК. Рентгенофазовый анализ выявил следующие компоненты, % масс.: 87,2  $V_2O_5$ ; <0.1  $FeVO_4$ ; 12.8  $CaV_2O_6$ . Этим методом не удалось обнаружить фазы с целевыми примесями. Методом РФЭС установлено, что частицы  $V_2O_5$  имеют ядро, обогащенное  $V^{5+}$ , на поверхности которого находится слой оксида  $V^{3+}$ .

Эксперименты по очистке от примесей различными реагентами проводили при различных концентрациях растворов (1–5 %) и Т:Ж = 1:(5–10) при нагреве до температуры 95 °С. Наилучшие результаты получены в результате очистки  $V_2O_5$  5 %-ым раствором  $NH_4Cl$ , при этом удалось повысить содержание  $V_2O_5$  до 99,3% с минимальными потерями (до 3,37%) и максимальной степенью очистки от Mn (93,3%). Полученный концентрат соответствует химическому составу чистых оксидов, производимых на зарубежных предприятиях. Обработка технического пентаоксида 5 %-ым раствором  $CaCl_2$  позволила повысить содержание  $V_2O_5$  до 93% при максимальной степени очистки от Mn (49%). Исследования по очистке  $V_2O_5$  известковым молоком путём перекристаллизации будут продолжены.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 22-23-00748.*

**Волков А.И.**, канд. хим. наук, директор научного центра,  
**Краснянская И.А.**, канд. техн. наук, начальник лаборатории,  
**Кологриева У.А.**, ст. науч. сотрудник,  
**Стулов П.Е.**, ст. науч. сотрудник  
ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», г. Москва, РФ

## **ВЛИЯНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕМАТИТОВЫХ РУД СТРАН АЗИИ**

Основным сырьём чёрной металлургии являются железные руды. Благодаря высокому качеству и возможности реализации несложных схем обогащения в первую очередь используют магнетитовые руды. В странах, испытывающих дефицит высококачественного железорудного сырья используют гематитовые руды, причём объём их использования возрастает. Так, в Иране в настоящее время используют руды с 35-40% Fe при объёме производства 28 млн. т в год стали. Запасы этих руд истощаются. Через 10 лет страна планирует выпускать 50-55 млн. т стали в год. В этой связи в Иране стоит задача переработки крупных месторождений гематитовых руд с 30% Fe. Рассматриваются месторождения в Таджикистане и в Афганистане. Туркменистан планирует для развития сырьевой базы металлургии и цементной промышленности использовать собственные гематитовые руды. В Казахстане ведутся работы по технологическим испытаниям бурых железняков месторождения Кутан-булак с 40% Fe. Ранее проводились работы с лисаковскими рудами с высоким содержанием фосфора. В Индии стоит задача по переработке гематитовых руд с 45% Fe, содержащими глинозём, гётит и глинистые минералы.

В работе представлены результаты исследования гематитовых руд месторождения Чагыл Туркменистана. Для исследования предоставлены два образца руды, внешне они отличались по цвету, один - белого цвета, второй - красного. Исследованы физико-механические свойства образцов. По химическому составу образцы оказались полностью идентичны, они содержали всего 17% Fe. Дальнейшие исследования показали, что образцы также идентичны и по минеральному составу. Основными минералами, содержащимися в образцах, являются каолинит и гидроксиды железа (гематит, гидрогематит). В качестве примесей в руде содержатся слюды, кварц, хлорит, полевые шпаты, карбонаты, сульфат железа, апатит и оксиды титана. Только микроскопические исследования позволили установить причину различий физических свойств образцов. Основное отличие двух разновидностей руд заключается в форме выделения и крупности минералов железа. В образце белого цвета эти минералы в матрице алюмосиликатов развиваются преимущественно в виде вкраплений размером до 4,0 мм, агрегированных в линейные скопления. В образце красного цвета минералы железа присутствуют в тонкодисперсном виде (до 0,3 мм), полностью пропитывая алюмосиликатную матрицу, что придаёт породам более тёмную, участками неравномерно-пятнистую окраску. На основе полученных данных, образец белого цвета можно отнести к крупновкраплённой гематитовой руде, а образец красного цвета - к тонковкраплённой гематитовой руде.

**Бобохужаев Ш.И.**, доцент кафедры «Экономика нефти и газа»

**Болтаев А.С.**, студент группы УТП 19-02

Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Ташкент, Узбекистан

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО РАЗБАВИТЕЛЯ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ

При транспортировке высоковязкой нефти по трубопроводу возникает проблема, обусловленная появлением больших гидравлических потерь из-за образования парафинистых отложений на станках труб. Для перекачки высокозастывающей нефти значимое место занимают физико-химические методы, которые напрямую воздействуют на реологические свойства нефти. Использование специальных технологий перекачки позволит беспрепятственно обеспечить транспортировку вязкой нефти и улучшить его реологические свойства. При технологическом расчете были определены необходимые объёмы разбавителя для осуществления перекачки вязкой нефти. Необходимая доза разбавителя, которая нужна для перекачки высоковязкой нефти определяется:

$$h_{a/кав} + \frac{p_{упр,н} \cdot \rho_n + p_{упр,р} \cdot \rho_p \cdot X}{(\rho_n + \rho_p \cdot X)^2 \cdot g} \cdot (1 + X) + H_{нпс} \cdot [Q_n \cdot (1 + X)] =$$

$$= 1,02 \cdot \lambda_n \cdot \frac{8 \cdot Q_n^2 \cdot (1 + X)^2 \cdot L}{\pi^2 \cdot g \cdot d^5} + (z_k - z_n) + h_k,$$

где  $h_{a/кав}$  – антикавитационный запас магистральных насосов (м);  $p_{упр,н}, p_{упр,р}$  – давления насыщенных паров высоковязкой нефти и разбавителя (Па);  $\rho_n, \rho_p$  – плотности высоковязкой нефти и разбавителя (кг/м<sup>3</sup>);  $X$  – относительная концентрация разбавителя;  $g$  – ускорение свободного падения (м/с<sup>2</sup>);  $H_{нпс}[Q_n \cdot (1 + X)]$  – напор, создаваемый магистральными насосами на нефтеперекачивающей станции (м);  $\lambda_n$  – коэффициент гидравлического сопротивления;  $Q_n$  – объёмный расход высоковязкой нефти (м<sup>3</sup>/с);  $d$  – внутренний диаметр нефтепровода (м);  $L$  – протяжённость участка нефтепровода (м);  $g$  – ускорение свободного падения (м<sup>2</sup>/с);  $z_n, z_k$  – геодезические высоты начала и конца участка нефтепровода (м);  $h_k$  – остаточный напор в конце участка нефтепровода, (м). Расчеты показали, что при добавлении к общему объёму вязкой нефти 1,7581 % газового конденсата, насосная станция сможет беспрепятственно обеспечить транспортировку с высокой определённой производительностью. Согласно экономическим расчетам, перекачка высокозастывающей нефти с маловязким углеводородным разбавителем, показали средний уровень рентабельности.

### Список литературы

1. Васильковский В. В. Специальные методы перекачки углеводородов: учебно- методическое пособие. М.: Издательский центр РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2014. 55 с.

## Секция «Современные проблемы литейного производства»

УДК 621.74

**Зыкин В.Д.**, магистрант гр. ММЛм-21

ФГБОУ ВО «МГТУ им. ГИ. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ РАБОЧЕГО СЛОЯ ПРОКАТНОГО ВАЛКА

Целью данной работы являлась оценка тепловых условий формирования рабочего слоя прокатного валька, при заливке его во вращающуюся изложницу.

Для оценки распределения температур в системе изложница – рабочий слой прокатного валька была создана математическая модель, которая позволяет определить влияние технологических факторов на условия охлаждения металла, залитого во вращающуюся изложницу. Для оценки адекватности модели результаты расчёта, полученные при использовании разработанной модели, были сопоставлены с результатами практических исследований. Сравнительный анализ показал высокое сходство результатов.

Используя математическую модель, было изучено влияние таких параметров, как:

- толщина противопригарного покрытия изложницы;
- температура заливки расплава в изложницу;
- температура изложницы перед заливкой.

Полученные данные позволяют оценить влияние указанных факторов на условия кристаллизации, которые численно можно выразить через скорость охлаждения расплава в литейной форме.

Используя расчётные значения в комплексе с экспериментальными / производственными данными по эксплуатационным характеристиками рабочего слоя, можно прогнозировать эксплуатационные характеристики рабочего слоя прокатных валков, которые меняются по глубине слоя.

#### Список литературы

1. Vdovin K., Pesin A., Feoktistov N., Gorlenko D. Surface wear in hadfield steel castings doped with nitrided vanadium. *Metals*. 2018. Т. 8. № 10. С. 845.
2. Прокатные валки: монография / Вдовин К.Н., Куряев Д.В., Феоктистов Н.А., Горленко Д.А. Магнитогорск, 2018. 335 с.
3. Вдовин К.Н., Феоктистов Н.А., Пивоварова К.Г. Исследование физических свойств углеродистой стали для крупных отливок // *Сталь*. 2014. № 4. С. 34-36.
4. Вдовин К.Н., Савинов А.С., Феоктистов Н.А. Технологические особенности производства крупного стального литья: монография: Магнитогорск, 2015. 195 с.

**Михалкина И.В.**, канд. техн. наук, доцент  
**Ведешкин К.Н.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ НА КАЧЕСТВО ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ**

Самой древней и универсальной технологией литья считается литье металла в одноразовую песчано-глинистую форму. В настоящее время широкое применение находят новые способы литья. При этом литье в песчано-глинистые формы до сих пор остается массовой, востребованной и бюджетной литейной технологией, не уступающей более современным подходам к формообразованию. Практика литейного дела в ведущих машиностроительных государствах свидетельствует о том, что эта технология широко используется в настоящее время и имеет хорошие перспективы в будущем [1].

Одной из важнейших задач управления качеством отливок является обеспечение стабилизации технологического процесса изготовления формовочной смеси. Был выявлен ряд причин, влияющих на нестабильность состава и свойств смеси [1, 2]:

- неточность дозирующих устройств для введения свежих формовочных добавок;
- неудовлетворительное состояние существующего смесеприготовительного оборудования, не обеспечивающего достаточную и постоянную эффективность перемешивания смеси;
- неудовлетворительное состояние или отсутствие комплекса оборудования для подготовки отработанной смеси, изменяющейся в широких пределах, особенно при многоменклатурном производстве, состава и свойств отработанной смеси, ее температуры и влажности;
- отсутствие оптимального набора средств контроля формовочной смеси.

Анализ литературных источников показал [1-4], что устранение вышеприведенных причин нестабильности свойств и, как следствие, повышение качества отливок возможно при применении: современной системы подготовки отработанной формовочной смеси; системы превентивного освежения с соответствующими программными продуктами; вихревых смесителей для приготовления формовочной смеси; контроля процесса смесеприготовления, которого должен включать в себя входной контроль свойств входящих материалов, постоянный контроль в процессе смесеприготовления и контроль смеси на выходе из смесителя.

### **Список литературы**

1. Карпенко В.М., Филипенко Е.В. Разработка автоматизированной системы управления формовочной смеси на основе регулирования ее состава // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. 2009. №2. С. 27-35.
2. Пономаренко О.И. Адаптивный метод стабилизации свойств формовочных смесей // Литейное производство. 2005. №2. С. 38-41.
3. Технология литейного производства. Литье в песчаные формы: учебник / Трухов А.П., Сорокин Ю.А., Ершов М.Ю., Благонравов Б.П.; под ред. А.П. Трухова. М.: Академия, 2005. 528 с.
4. Технология литейного производства: Формовочные и стержневые смеси: учеб. пособие / С. С. Жуковский [и др.]. Брянск: Изд-во БГТУ, 2003. 470 с.

**Белкин Д.Е.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВЛИЯНИЕ ВТОР НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИТЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ СТАЛИ 110Г13Л**

Основой совершенствования современного производства и снижения затрат компаний являются возрастающие требования к эксплуатационной стабильности деталей, узлов и агрегатов. Это напрямую связано с необходимостью повышения качества литых деталей и продления срока их службы без существенного увеличения себестоимости (повышение содержания легирующих в сплаве).

Это наиболее актуально для быстро изнашиваемых отливок деталей, предназначенных для работы в условиях больших нагрузок, агрессивных и абразивных сред.

Определенную перспективу в этом вопросе представляют физические (или внешние) воздействия на расплавы (ТСО, НЭМИ, ВТОР и др.).

Высокотемпературной обработкой достигается структурная гомогенизация жидкой стали, улучшающая различные эксплуатационные характеристики и качество отливки.

Разработана технология ВТОР для улучшения свойств отливок из стали 110Г13Л.

Проведены расчеты для определения температуры нагрева (аддитивным методом), при которой данная сталь может входить в равновесное состояние и опытным путем определены временные параметры выдержки при данной температуре.

Улучшение физических свойств жидкой (кинематическая вязкость и поверхностное натяжение) стали свидетельствует о формировании более сбалансированного и однородного состояния жидкого металла, что оказывает существенное влияние на структуру, свойства и качество отливок. Результаты исследований показывают, что механические свойства образцов из стали 110Г13Л значительно улучшаются.

Повышается технологичность расплава, ударно-абразивная износостойкость стали, возрастает прочность, незначительно снижается твердость.

Количество цементита уменьшается, цементитная сетка почти полностью растворяется, зернистый перлит расслаивается, происходит измельчение зерен увеличивается количество аустенита.

### Список литературы

1. Effect of external integrated treatment on the structure and properties of the castings from steel grade 35L/Efimov A.V., Potapov M.G., Kuts N.A.// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 969(1), 012046. P 1-7.

2. High Temperature Treatment of Castings from Steel Grade 150KhNM/Efimov A.V., Potapov M.G., Kuts N.A.// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 969(1). 012045. P 1-6.

*Под руководством Потапова М.Г., канд. техн. наук, доцента каф. ЛПИМ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Потапов М.Г.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Юмабаев А.А.**, ассистент,  
**Белкин Д.Е.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ «ВТОР» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СВОЙСТВ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Определение критической температуры нагрева (перегрева) расплава и времени выдержки (разработка технологии ВТОР) основывается на изучении закономерностей изменения физических свойств жидких сплавов под тепловым воздействием и взаимосвязи структурообразования и жидкого состояния расплава при которых происходит структурная гомогенизация расплава, что приводит к повышению целого ряда различных служебных характеристик, механических свойств и качества самих отливок.

Для определения теоретически критической температуры разупорядочивания (гомогенизации) расплава существуют методики, а для определения времени выдержки, такой методики нет. Необходимая продолжительность выдержки расплава при критической температуре устанавливается опытным путем.

Применение и исследование ВТОР чаще встречается при производстве отливок из сплавов, имеющих температуру плавления ( $\leq 1000$  °С) реже встречается для углеродистых сталей и спец сплавов, а количество исследований по разработке технологии ВТОР для высоколегированных чугунов и низколегированных сталей является наименьшим.

В результате проведенных экспериментов по определению параметров ВТОР и влиянию ВТОР на свойства и структуру образцов из высоколегированных чугунов и низколегированных сталей, можно сделать следующий вывод:

1. Применение ВТОР приводит к повышению механических и специальных свойств;
2. Укрупняет микроструктуру с одновременным повышением её однородности по сечению образца и улучшением морфологии карбидов;
3. Незначительно снижает практическую жидкотекучесть исследованных сплавов.

### Список литературы

1. The effect of cooling rate on structure, basic mechanical and special properties of complex alloyed manganese cast iron/Potapov M.G., Zaritskii B.B., Kuts N.A.// Materials Science Forum, 2022, 1052 MSF, p. 292–303
2. Effect of external integrated treatment on the structure and properties of the castings from steel grade 35L/Efimov A.V., Potapov M.G., Kuts N.A.// IOP Conference Series: Materials Science and En-gineering, 2020, 969(1), 012046. P 1-7.
3. High Temperature Treatment of Castings from Steel Grade 150KhNM/Efimov A.V., Potapov M.G., Kuts N.A.// IOP Conference Series: Materials Science and En-gineering, 2020, 969(1). 012045. P 1-6.

**Гуляев Ю.Е.**, бакалавр,

**Потапов М.Г.**, канд. техн. наук, доцент,

**Рахматуллина Т.Р.**, аспирант,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОАКУМУЛИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ФОРМЫ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ХРОМОВАНАДИЕВЫХ ЧУГУНОВ**

Перспективным для условий абразивного изнашивания является применение хромованадиевых чугунов, в которых реализуется эффект композиционного упрочнения в результате объемного армирования металлической основы сплавов карбидной фазой в виде дендритообразного каркаса, вследствие чего указанные материалы обладают высоким комплексом механических и противоизносных свойств.

В работе изучены свойства и некоторые микроструктурные характеристики девяти составов хромованадиевых чугунов, залитых в песчано-глинистые формы (сырую и сухую), стальной, чугунный и медный кокиль.

С увеличением скорости охлаждения происходит измельчение карбидов и эвтектики. Все это приводит к увеличению твердости и износостойкости. Максимальной износостойкостью обладают чугуны, залитые в кокиль, так как карбиды измельчаются, более равномерно распределяются в матрице и при абразивном изнашивании прочно удерживаются ею. Меньшей износостойкостью обладают чугуны, залитые в песчано-глинистые формы, в них карбиды успевают вырасти до крупных размеров, которые при изнашивании растрескиваются и выкрашиваются, что приводит к снижению износостойкости.

### Список литературы

1. Development and introduction of a new composition of wear-resistant cast iron with im-proved performance properties for castings of pump parts/Potapov M.G., Zaritskii B.B., Kuts N.A.// Materials Science Forum, 2022, 1052 MSF, p. 304–312

2. The effect of cooling rate on structure, basic mechanical and special properties of complex alloyed manganese cast iron/Potapov M.G., Zaritskii B.B., Kuts N.A.// Materials Science Forum, 2022, 1052 MSF, p. 292–303



**Скрипкин Е.В.**, аспирант,

**Бойко А.Б.**, магистрант,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ НА ЗАО «МЗПВ»**

ЗАО «МЗПВ» предприятие полного цикла, специализирующееся на производстве прокатных валков с 2004 года.

Постоянное совершенствование технологического процесса позволяет предприятию развиваться в ногу со временем и быть на лидирующих позициях в машиностроительной отрасли России. В период с 2014 по 2020 ЗАО «МЗПВ» существенно обновила техническое оснащение. Проведена глубокая реконструкция литейного участка, включающая в себя установку линии ХТС, установку среднечастотных тигельных печей ёмкостью 4,6,10 и 20 тн. Проведена реконструкция колпаковых термических печей и введена в эксплуатацию газовая печь с выкатным подом, запущена линия по производству формовочных смесей для собственных нужд. Сегодня ведутся работы по отладке выпуска новой продукции на машине центробежного литья, запуск которой состоялся в июле 2021 года. Что в свою очередь позволило увеличить номенклатуру производства двухслойных центробежнолитых валков из высокохромистой стали. Таких как 1180x2000, 1200x2500, 1210x2000, 1000x2800, 1220x1950.

Вальцетокарный участок также усилен станочным оборудованием, а именно: в 2018 году запущен ленточнопильный станок портального типа грузоподъёмностью 70 тн., в 2019 году запущен в эксплуатацию токарный станок грузоподъёмностью 70 тн. Ведутся работы по монтажу горизонтально-рассточного станка шкода. Данное перевооружение позволяет выходить на новый рынок валков для универсальных-рельсобалочных станков.

На сегодняшний день компания ЗАО «МЗПВ» является одним из лидеров сегмента поставки валков в России. Сегмент покрытия рынка валками составляет 65%. Ближайшей перспективой завода является увеличение доли экспортной продукции в страны ближнего зарубежья, Азии, в частности Индии, а также стран Латинской Америки. ЗАО «МЗПВ» является предприятием, имеющим государственную поддержку.

### **Список литературы**

1. Разработка энергосберегающих режимов сфероидизирующей обработки борсодержащей стали / Колпак В. П., Кокашинская Г. В., Соболенко М. А.// МЕТИЗЫ, 2007. №3(16). С. 50-53.

2. Surface wear in hadfield steel castings doped with nitrided vanadium Vdovin K., Pesin A., Feoktistov N., Gorlenko D. Metals. 2018. Т. 8. № 10. С. 845.

3. Прокатные валки: монография / Вдовин К.Н., Куряев Д.В., Феоктистов Н.А., Горленко Д.А. Магнитогорск, 2018. 335 с.

4. Вдовин К.Н., Феоктистов Н.А., Пивоварова К.Г. Исследование физических свойств углеродистой стали для крупных отливок // Сталь. 2014. № 4. С. 34-36.

*Под руководством Феоктистова Н.А., канд. техн. наук, доцента каф. ЛПИиМ, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Горленко Д.А.**, канд. техн. наук,  
**Савинова Ю.А.**, магистрант,  
**Ялмурзина Г.Д.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОСТАТОЧНОГО АУСТЕНИТА НА АБРАЗИВНУЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ХРОМОНИКЕЛЕВОГО ВАЛКОВОГО ЧУГУНА**

Данный материал широко используется при производстве центробежно-литых двухслойных прокатных валков. Он сочетает в себе определенный комплекс свойств, позволяющий работать материалу в специфических сложных условиях. Прежде всего это достигается за счет легирования. Однако, это приводит к дополнительной стабилизации аустенита и повышению его стойкости к распаду при охлаждении до температур ниже  $M_s$ . В литом состоянии количество остаточного аустенита может достигать более, чем 10 % [1]. Последующая термическая обработка в виде отпуска способствует дополнительному выделению избыточных фаз, снижению степени легирования остаточного аустенита, и, следовательно, его дополнительному распаду. Таким образом с помощью термической обработки можно регулировать количество остаточного аустенита в структуре валкового чугуна [2, 3].

В литературе нет точных данных, о влиянии количества остаточного аустенита на одну из основных эксплуатационных характеристик - абразивную износостойкость, а основной производственной задачей является максимально возможное снижение количества метастабильной фазы. При этом остаточный аустенит, являясь относительно "мягкой" структурной составляющей, может играть роль "демпфера" при контактных нагрузках, что будет отражаться на износостойкости самого материала.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния количества остаточного аустенита в структуре половинчатого хромоникелевого чугуна на его абразивную износостойкость. В результате была проведена качественная и количественная оценка степени влияния метастабильной фазы на эксплуатационные свойства валкового чугуна.

### Список литературы

1. Завалищин А.Н., Горленко Д.А., Вдовин К.Н. Влияние температуры отпуска на структурные составляющие в индифинитном чугуне // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 1. № 71. С. 298-301.
2. Вдовин К.Н., Горленко Д.А., Завалищин А.Н. Влияние режима отпуска на соотношение структурных составляющих в белом комплексно-легированном чугуне // Технология металлов. 2013. № 8. С. 13-16.
3. Вдовин К.Н., Горленко Д.А., Завалищин А.Н. Процессы, проходящие при нагреве индифинитного хромоникелевого чугуна // Литейные процессы. 2013. № 12. С. 80-87.

**Горленко Д.А.**, канд. техн. наук,  
**Савинова Ю.А.**, магистрант,  
**Ялмурзина Г.Д.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ГРАФИТА НА АБРАЗИВНУЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ХРОМОНИКЕЛЕВОГО ВАЛКОВОГО ЧУГУНА**

При производстве двухслойных центробежно-литых прокатных валков материал рабочего слоя после окончания заливки имеет немонотонный характер охлаждения. После полной кристаллизации охлаждение отливки прерывается в результате заливки металла сердцевины. Это приводит к разогреву рабочего слоя и его частичному расплавлению, тем самым формируется переходная зона между двумя разнородными сплавами. Если рассматривать данную технологическую операцию с точки зрения формирования микроструктуры, то происходит выдержка при температурах выше, чем температура растворения карбидной фазы. При этом метастабильный цементит частично растворяется, а углерод выделяется в виде включений графита [1].

Высокотемпературная выдержка не единственный способ формирования половинчатой структуры: дополнительное выделение графита происходит при отпуске, который является обязательной операцией термической обработки литых заготовок. При повышении температуры становится возможным диффузионное перераспределение углерода между пересыщенным твердым раствором и графитовыми включениями с одновременным выделением и ростом последних. Таким образом количество графита в структуре половинчатого чугуна можно регулировать в определенных пределах [2]. С одной стороны графит является смазкой, что способствует увеличению износостойкости при эксплуатации, а с другой - "порами", на краях которых возникает повышенный абразивный износ. В настоящее время нет точных данных, позволяющих произвести оценку влияния количества графита на один из основных эксплуатационных параметров прокатных валков - абразивную износостойкость.

Целью данной работы являлось исследование влияния количества графита в структуре половинчатого хромоникелевого чугуна на его абразивную износостойкость. В результате чего была проведена качественная и количественная оценка степени влияния графитовой фазы на эксплуатационные свойства валкового чугуна.

### Список литературы

1. Андреев В.В., Горленко Д.А. Условия образования графита в отбеленном рабочем слое центробежнолитых прокатных валков // *Литейщик России*. 2016. № 3. С. 29-31.
2. Вдовин К.Н., Горленко Д.А., Завалишин А.Н. Процессы, проходящие при нагреве индифинитного хромоникелевого чугуна // *Литейные процессы*. 2013. № 12. С. 80-87.

**Юмабаев А.А.**, ассистент,  
**Потапов М.Г.**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ВТОР НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ ЧУГУНОВ**

Свойства отливок из легированных чугунов зависит от структуры металлической матрицы и карбидной фазы. Наличие в структуре чугунов первичных карбидов негативно влияет на их свойства. Такие карбиды образуются из-за имеющих крупных карбидов в шихтовых материалах.

При стандартных условиях выплавки, температуры и времени для растворения крупных карбидов недостаточно, после затвердевания они таким образом остаются в структуре отливок.

Для улучшения структуры и свойств отливок одним из эффективных методов является высокотемпературная обработка расплава при использовании тугоплавких легирующих элементов.

В работе определены температурные режимы позволяющие уменьшить размеры карбидов и зерен, а также предотвратить образование нежелательной морфологии карбидов, которые являются основополагающими для улучшения износостойкости чугунов.

### Список литературы

1. Потапов М.Г., Юмабаев А.А. Влияние параметров высокотемпературной обработки расплава (ВТОР) на механические свойства отливок из легированного чугуна // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2021. Т. 12. № 1. С. 23-27.
6. Потапов М. Г., Юмабаев А.А., Гуляев Ю.Е. Классификация комплексно-легированных чугунов по температуре разупорядочения кластеров расплава при разработке режимов ВТОР // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2022. Т. 13. № 1. С. 31-35. EDN SLNJSE.
7. Юмабаев А.А. Расчетное определение температуры разупорядочения кластеров комплексно легированных износостойких чугунов специального назначения с целью проведения высокотемпературной обработки расплава // МашТех 2022. Инновационные технологии, оборудование и материальные заготовки в машиностроении : сборник трудов Международной научно-технической конференции, Москва, 24–26 мая 2022 года. Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2022. С. 117-118. EDN YDIJRU.

**Юмбаев А.А.**, ассистент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Скрипкин Е.В.**, начальник производства  
ЗАО «МЗПВ», г. Магнитогорск, РФ

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРОКАТНОГО ВАЛКА ИСПОЛНЕНИЯ HiCr**

Производство прокатных валков является сложным техническим процессом. Незначительные нарушения технологии могут привести к появлению дефектов и отбраковке всего изделия.

Значительная доля дефектов, образующихся на прокатных валках, появляются в виде трещин. Они могут возникать в процессе кристаллизации расплава в литейной форме, в том числе в процессе термической обработки.

Основной причиной появления данных трещин являются остаточные напряжения, а также напряжения деформации, возникающие в процессе термической обработки. Совокупность этих факторов формирует напряженно – деформационное состояние прокатного валка.

Оценить влияние этих факторов на уровень остаточных напряжений, в том числе их качественное распределение по бочке валка можно при помощи компьютерного моделирования.

Современный метод компьютерного моделирования литейных процессов позволяет анализировать теплофизические, гидродинамические и кристаллизационные процессы, которые происходят при заполнении полости литейной формы жидким металлом и затвердевании

### Список литературы

1. Вдовин К.Н. Прокатные валки: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2013. 443 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-9967-0415-6.
2. Монастырский В.П., Ершов М.Ю. Имитационная модель образования усачной раковины и макропористости // Литейщик России. 2014. № 8. С. 41-45. EDN SNXVAT.
3. Моделирование процессов кристаллизации и структурообразования прокатного валка из заэвтектоидной стали / К. Н. Вдовин, Н. А. Феоктистов, Д. А. Горленко [и др.] // Теория и технология металлургического производства. 2020. № 1(32). С. 18-25. EDN RCUVGB.
4. Вдовин К.Н. Прокатные валки: монография / К.Н. Вдовин, Д.В. Куряев, Н.А. Феоктистов, Д.А. Горленко. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 335 с.
5. Вдовин К.Н., Савинов А.С., Феоктистов Н.А. Технологические особенности производства крупного стального литья: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 195 с.
6. Никаноров А.В. Сравнительный анализ компьютерных программ для моделирования литейных процессов // Вестник ИлГТУ. 2018. №11 (142). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-kompyuternyh-programm-dlya-modelirovaniya-liteynyh-protsessov> (дата обращения: 27.01.2023).

**Зарицкий Б.Б.**, аспирант,  
**Савинова А.С.**, зав. кафедрой механики, д-р техн. наук, доцент,  
**Ступак А.А.**, старший преподаватель,  
**Рудь К.И.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АНАЛИЗ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ОБОЛОЧКОВЫХ ФОРМ**

В докладе представлены полученные в ходе работы аналитические решения, рассмотрены преимущества и недостатки литья по выплавляемым моделям (ЛВМ) на этилсиликатном связующем (ЭТС), которое применяется для изготовления отливок сложной конфигурации. Отмечено, что экономическая эффективность данного метода, связанная с себестоимостью отливок, полученных методом ЛВМ, зависит от качества керамических литейных форм. На основании производственного опыта показано, что низкая прочность форм влечет за собой повышенный процент брака отливок по различным дефектам. Отмечено, что высокая себестоимость ЛВМ предполагает разработку новых методов, по улучшению качества керамических форм, которые существенно сократят затраты на изготовление готовой продукции.

По своим механическим свойствам керамические формы относят к хрупким материалам, они разрушаются, и разрушение имеет типично хрупкий характер. Наибольшую опасность для керамических форм представляют деформации растяжения, изгиба и кручения, предел прочности, при которых примерно в 10-20 раз меньше, чем при сжатии.

Оценка упругих и прочностных свойств конструкционных материалов проводится, как правило, с помощью испытаний стандартных образцов при одноосном растяжении. Для технической керамики этот метод неприемлем из-за трудности обеспечения равномерности распределения напряжений и устранения их концентрации в местах закрепления образцов, что в свою очередь, приводит к невозможности обеспечения объективной оценки.

### **Список литературы**

1. Литье по выплавляемым моделям / под общ. ред. Шкленника Я.И. и Озерова В.А. Изд. 3-е перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1984. С. 203.
2. Керамика для машиностроения / А.П. Гаршин, В.М. Гропянов, Г.П. Зайцев, С.С. Семенов. М.: Науч-техлитиздат, 2003. 384 с.
3. Конструкционная керамика / Эванс А.Г., Лэнгдон Т.Г., пер.с англ. // М.: Металлургия, 1980. 256 с.
4. Савинов А.С., Долгополова Л.Б., Анисимова Е.А. Экспериментальное определение механических свойств хрупких материалов // Механика и актуальные проблемы металлургического машиностроения: междунар. сб. науч. тр. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. 2014. С. 52-55.

**Рудь К.И.**, аспирант,  
**Феоктистов Н.А.**, канд. техн. наук, доцент  
**Михалкина И.В.**, старший преподаватель,  
**Зарицкий Б.Б.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ОТЛИВКИ ИЗ СТАЛИ 150ХНМ НА РАСПОЛОЖЕНИЕ ЗОНЫ С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ В ЕЕ СТЕНКЕ**

В докладе рассмотрен вопрос моделирования геометрии и расположения слоя металла с требуемыми эксплуатационными характеристиками для отливки из стали 150ХНМ. Математический расчет проведен с использованием численного решения задачи теплопроводности методом конечных разностей. Исследование проведено на плоской стенке отливки при ее кристаллизации и охлаждении в металлической форме. Исследовали влияние теплофизических свойств отливки и формы на размер и положение зоны с высокими эксплуатационными характеристиками. Качество требуемого слоя определялось требуемыми скоростями охлаждения, составляющими 3–7°С в температурном интервале кристаллизации 1383–1223°С и со скоростями охлаждения 0,6–2°С в области образования карбидов в интервале температур 607–801°С. Величины рассматриваемых скоростей охлаждения определялись из литературных данных. Установлено, что повышение теплопроводности как отливки, так и стенки стальной формы (кокиля) приводит к экстремальному росту величины слоя с высокими эксплуатационными свойствами с максимумами при 40 Вт/мК и 25 Вт/мК соответственно.

### Список литературы

1. Исследование процесса формирования литой структуры валковой стали / Н.А. Феоктистов, К.Н. Вдовин, А.С. Савинов, Е.В. Скрипкин // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2020. № 7 (242). С. 36-40.
2. Оценка влияния углерода на эксплуатационные свойства и микроструктуру валковой стали / Н.А. Феоктистов, В.П. Чернов, А.С. Савинов, Д.А. Горленко, И.В. Михалкина // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2021. № 7 (254). С. 35-40.
3. Каипов В.Р., Феоктистов Н.А., Савинов А.С. Оценка влияния углерода на свойства заэвтектидных валковых сталей // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: сб. тез. докл. 79-й междунар. науч.-техн. конф. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2021. Т.1. С. 107.
4. Савинов А.С., Тубольцева А.С., Варламова Д.В. Расчет теплового поля сырой песчано-глинистой формы // Черные металлы. 2011. Спец. вып. С. 36-38.

**Пустовалов Д.О.**, старший преподаватель  
**Матыгуллина Е.В.**, д-р техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, РФ

## **АНАЛИЗ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ОТЛИВКА-ХОЛОДИЛЬНИК ФОРМА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СФЕРИЧЕСКИХ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ**

В качестве мелющих тел для измельчения различных материалов часто применяются шары. При условии, что в качестве материала шаров применяется высокохромистый чугун, изготовить их можно только литьем. К мелющим телам в зависимости от условий эксплуатации предъявляются следующие требования: внешние и внутренние дефекты не должны приводить к раскалыванию, изнашиванию шаров, а также не должны смещать центр масс для обеспечения воспроизведения оптимальной траектории движения[1,2].

Для получения мелющих тел методом литья в разовые песчано-глинистые формы (РПФ) без дефектов усадочного характера предложена новая технологическая схема, согласно которой предотвращение образования данных дефектов обеспечивают путем установки в форму сегментного наружного холодильника. При установке холодильника сначала затвердевает шар, затем питающее отверстие, в последнюю очередь - стоек, играющий роль прибыли[1].

В работе применены аналитические методы расчета, основанные на составлении уравнений теплового баланса системы[2]. Моделирование процесса затвердевания осуществлялось в СКМ ЛП «Полигон». Также построены модели распределения теплового потока и образования твердой фазы. Результаты аналитических расчетов и численного моделирования подтверждены экспериментально.

Разработанная технологическая схема обеспечивает условие направленного затвердевания системы. За счет применения в системе холодильника достигнуто ускоренное затвердевание мелющего тела до полного перемерзания питающего отверстия. Данная технология изготовления позволяет получать литьем сферические мелющие тела из износостойких белых чугунов в РПФ без образования дефектов усадочного характера.

### Список литературы

1. Manufacture of wear-resistant cast-iron grinding balls without shrinkage defects/ Pustovalov D.O., Abyaz T.R., Matygullina E.V., Sharov K.V., Bogomyagkov A.V. // Russian Engineering Research. 2019. Vol. 39. № 10
2. Manufacturing scheme of spherical grinding bodies from abrasion-resistant cast iron free of shrinkage defects/ Pustovalov D.O., Abyaz T.R.; Muratov K.R., Sharov K.V., Bogomyagkov A.V., Shumkov A.A. // Archives of Foundry Engineering. 2019. Vol. 19. Iss. 3



**Уфимская В.А.**, студент

**Пустовалов Д.О.**, старший преподаватель

**Матыгуллина Е.В.**, д-р техн. наук, профессор

ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, РФ

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ, ИМЕЮЩИХ СЛОЖНУЮ РЕГУЛЯРНУЮ СТРУКТУРУ КАНАЛОВ**

В настоящее время в условиях повышения требований к эксплуатационным свойствам изделий, получаемых литьем, существует необходимость решения такой задачи как повышение механических свойств получаемых заготовок. Одним из способов решения данной задачи является проведение фильтрации расплава при заливке форм.

Наибольшее распространение в производстве получили пенокерамические фильтры. Они имеют хорошую эффективность фильтрации, но при этом не могут обеспечить равномерный напор потока металла. Хаотичное расположение ячеек, их форма и размер делает невозможным прогнозирование поведения расплава при его прохождении через фильтр.

В данной работе рассмотрена методика изготовления керамических фильтров с заранее заданной структурой каналов[1]. Под регулярной структурой понимается такое строение каналов фильтра, при котором сечение каналов и их направление меняется по заранее заданной модели, позволяющей получать различные виды и размеры каналов, в отличии от пенокерамических фильтров, где применяется трехмерная структура хаотически расположенных взаимно пересекающихся пор, размер ячейки которых не едины и могут меняться в некотором интервале размеров[2].

Новая технология позволяет сократить материальные расходы на производство матрицы каналов будущих фильтров с регулярной структурой.

Для спроектированных фильтров с регулярной структурой с различными размерами сечения каналов, формой и их траекториями показаны принцип работы и эффективность.

### **Список литературы**

1. Технология изготовления керамических фильтров с регулярной структурой/ Полин Д.С., Богомягков А.В., Шаров К.В., ФИО: Пустовалов Д.О., Дроздов А.А. // Электрофизические методы обработки в современной промышленности. Специальный выпуск: Аддитивные технологии, 11-12 декабря 2019г.: Метериалы III международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь: ИздательствоПНИПУ, 2020. 271с.

2. Determining the stressin refractory filters used in casting/ BogomyagkovA.V., PustovalovD.O., SharovK.V., DrozdovA.A., KryukovA.A. // Russian Engineering Research. 2019. Vol. 39. № 10

**Феоктистов Н.А.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Барышникова А.М.**, магистрант,  
**Рахимова З.И.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. ГИ. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОДНОРОДНОСТЬ ДЕНДРИТНО-ЗЕРНОВОЙ СТРУКТУРЫ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЕЁ ПАРАМЕТРОВ**

Рассмотрен процесс формирования литой структуры стали 110Г13Л. С использованием методов математической статистики проанализирована дендритно-зерновая структурная неоднородность, которая формируется в литых изделиях при различных скоростях охлаждения расплава в температурном интервале кристаллизации. На основе компьютерного анализа собранного массива микроструктурных данных проанализированы сопряжённые процессы формирования мезомасштабной дендритной и зерновой структур, для которых обосновано использование математического аппарата логнормального распределения для свертки экспериментальной информации с целью прогнозирования структурной эволюции в неравновесных условиях формирования литой структуры и оценки количественного соотношения размерных характеристик дендритных ветвей и зёрен аустенита.

В результате проведенного исследования, включающего микроструктурную оценку ряда образцов различного вида, характеристика которых получена с использованием не менее 300 локальных измерений, реализована радикальная свертка экспериментальной информации на основе концепции логнормального характера взаимодействия компонентов дисперсной кристаллизующейся системы в ходе моделирования капиллярно-диффузионной коалесценции вторичных ветвей дендритов и зерновых образований. Адекватность полученных результатов моделирования взаимосвязанных этапов дендритно-зернового фазового превращения обеспечивается средствами разработанного программного и информационного обеспечения на основе осредненных неравновесных условий мезомасштабной системы кристаллизующегося сплава 110Г13Л в зависимости от интенсивности его охлаждения.

Инструментальные средства совместного компьютерного моделирования процесса дендритно-зернового выделения твердой фазы сплава 110Г13Л позволяют анализировать развитие неоднородности структуры в ходе неравновесной мезомасштабной кристаллизации для заданных условий локальной интенсивности охлаждения и прогнозировать последующие твердофазные превращения с целью оптимизации получаемых деформационных характеристик.

### Список литературы

1. The effect of the cast High-Manganese steel primary structure on its properties / Vdovin K.N., Feoktistov N.A., Gorlenko D.A. // Materials Science Forum. 2016. Т. 870. С. 339-344.
2. Исследование влияния процесса кристаллизации стали марки 110Г13Л на её свойства / Вдовин К.Н., Феоктистов Н.А., Горленко Д.А., Дерябин Д.А., Хренов И.Б., Кондратьев И.С. // Литейные процессы. 2015. № 14. С. 29-36.
3. Mechanisms of cast structure and stressed state formation in Hadfield steel / Gorlenko D., Vdovin K., Feoktistov N. // China Foundry. 2016. Т. 13. № 6. С. 433-442.

**Павлов А.В.**, аспирант,  
**Колтыгин А.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГАОУ ВО НИТУ МИСИС, г. Москва, РФ

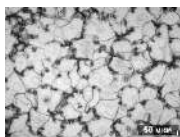
## РАЗРАБОТКА НОВОГО ВЫСОКОПРОЧНОГО ЛИТЕЙНОГО МАГНИЕВОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ Mg-Nd-Gd-Y-Zn-Zr

Разработанный сплав [1] предназначен для получения литых деталей, имеет высокие прочностные свойства, хорошую сопротивляемость к возгоранию на воздухе и удовлетворительную коррозионную стойкость. Сплав разрабатывался на основе системы Mg-Nd-Gd-Y-Zn-Zr. В результате был разработан сплав на основе магния, содержащий, мас. %: неодим 1,8-2,2, гадолиний 4,5-5,5, иттрий 1,6-2,0, цинк 0,1-0,5, цирконий 0,4-1,0, магний и примеси – остальное.

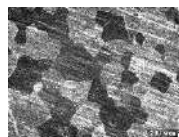
Концентрация иттрия и гадолиния в заявленных пределах обеспечивает повышение температуры возгорания сплава на воздухе и повышенную рабочую температуру сплава. Цирконий обеспечивает мелкозернистую структуру, снижение содержания растворенного водорода и, как следствие, высокие технологические и эксплуатационные свойства сплава. Частицы вторичных выделений упрочняющей фазы, содержащей РЗМ, обеспечивают упрочнение твердого раствора на основе магния в результате термической обработки. Наличие цинка повышает коррозионную стойкость, и немного увеличивает относительное удлинение сплава. Хорошие литейные свойства сплава и высокие механические свойства литых деталей после термической обработки, позволяют использовать его для широкой номенклатуры литых деталей. Повышенная стойкость сплава к окислению в процессе литья и кристаллизации позволяет использовать для изготовления разовых форм сухие формовочные смеси, не содержащие ингибиторы горения. Наличие иттрия и гадолиния в составе сплава позволяет использовать его при повышенной температуре эксплуатации до 250°C.

Механические свойства при комнатной температуре: временное сопротивление на разрыв ( $\sigma_b$ ) не менее 300 МПа, относительное удлинение ( $\delta$ ) - не менее 4%, предел текучести ( $\sigma_{0,2}$ ) не менее 200 МПа,

На рисунке а микроструктура сплава в литом состоянии; на рисунке б – микроструктура сплава в термообработанном состоянии по режиму Т6.



а



б

### Список литературы

1. Пат. 2786785 РФ, МПК С22С 23/06. Высокопрочный литейный магниевый сплав / А.В. Колтыгин, А.В. Павлов, В.Е. Баженов, В.Д. Белов. Заявл. 06.09.2022; Опубл. 26.12.2022. Бюл. № 36.

**Зинченко А.Н.**, ведущий специалист группы ремонта оборудования прокатного производства проектно-конструкторского отдела  
ООО «Механоремонтный комплекс», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ КРИСТАЛЛИЗАТОРА МНЛЗ № 2, 3 ДЛЯ ЩЕЛЕВОГО ИСПОЛНЕНИЯ ШИРОКИХ МЕДНЫХ СТЕНОК**

В кристаллизаторе МНЛЗ должна сформироваться периферийная твердая оболочка отливаемой заготовки необходимой толщины для предотвращения аварийных прорывов металла на выходе из кристаллизатора. Решение этой задачи осуществляется с учетом конструкции кристаллизатора и режима его охлаждения. На современных слывовых МНЛЗ применяются сборные тонкостенные кристаллизаторы с щелевыми каналами для водяного охлаждения.

В работе приведена оптимальная конструкция кристаллизатора МНЛЗ № 2, 3 криволинейного типа ККЦ ПАО «ММК» имеющего стенки толщиной 50 мм с щелевыми каналами размером 6x20 мм с сохранением петлевой системы охлаждения. Подобрано оптимальное количество крепежных соединений медной охлаждаемой стенки со стальной стенкой кристаллизатора. Проведены расчеты для определения расхода воды на охлаждение модернизированного кристаллизатора.

Переход от стенок кристаллизатора с цилиндрическими отверстиями к стенкам с щелевыми каналами позволит без ущерба для тепловой работы стенок снизить расход охлаждающей воды на 22 % (отн), а также уменьшить стоимость комплекта оборудования, ремонтпригодность в условиях существующих ремонтных мощностей.

### Список литературы

1. Столяров А.М., Селиванов В.Н. Технологические расчеты по непрерывной разливке стали: учебное пособие. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2011. 67 с.
2. Бигеев В.А., Столяров А.М., Потапова М.В. Варианты расчетов по кислородно-конвертерному производству стали: учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. 79 с.
3. Непрерывная разливка стали. Расчеты медных кристаллизаторов: монография / Ячиков И.М., Вдовин К.Н., Точилкин В.В., Ларина Т.П., Петров Е.И. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 190 с.

**Подосян А.А.**, канд техн. наук, почетн. машиностр. РФ, начальник ЛСО СКИ  
ООО «Механоремонтный комплекс», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭШП И ЭШН ДЛЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ЛОМА БАНДАЖИРОВАННЫХ РОЛИКОВ СЕКЦИЙ №1 МНЛЗ**

В настоящее время исключительно актуальным является вопрос ресурсосбережения и в частности, утилизации отходов, возвращения в эксплуатацию лома в виде отработавших ресурс бандажей роликов сегментов № 1 из стали 38Х2Н2МА и цельных роликов из стали 25Х1МФ [1,2]. Такая проблема стоит практически перед всеми крупными металлургическими предприятиями России.

Секция № 1 располагается в головной части МНЛЗ и является одним из наиболее часто заменяемых сегментов МНЛЗ. Ролики сегмента № 1 являются одним из наиболее уязвимых элементов из-за интенсивного теплового воздействия, что в совокупности с агрессивной эксплуатационной средой, способствует быстрому износу ролика.

Поэтому очень актуальным является вопрос их восстановления и утилизации.

Электрошлаковую наплавку (ЭШН) ранее в ООО «МРК» не производили, печи ЭШП, установленные в ЦРМО № 3, предназначены для классического переплава. В связи с чем, впервые в России, была рассмотрена возможность использования стандартных печей ЭШП со стандартной оснасткой для проведения наплавочного процесса [3].

Чтобы организовать ЭШН разработали новую технологию установки ролика на печь и конструкцию электрода; решили вопрос с изоляцией электрода от ролика; определили какую форму и габариты должен иметь кристаллизатор; рассчитали параметры наплавки и выбрали флюс.

Ролик расположен во внутренней полости трубчатого электрода, но при этом изолирован от него.

Электрод показан в рабочем – вертикальном положении, зафиксированным на затравку, притянутую к медному водоохлаждаемому поддону.

Для электрошлаковой наплавки необходимо было обеспечить электрический контакт на ролик. Для этого спроектировали особую форму затравки и методику закрепления, ролик зафиксировали на затравке через центральную стягивающую шпильку.

Изоляцию между роликом и трубчатым электродом обеспечили за счет применения в верхней части наплавляемого ролика крышки с наборной асбокартонной вставкой.

## **Секция «Материаловедение и термическая обработка металлов и сплавов»**

УДК 621.791

**Емелюшин А.Н.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Тимербулатова З.И.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### **ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ ПОВЕРХНОСТИ**

Плазменная поверхностная закалка – метод локального поверхностного упрочнения. Цель метода – изготовление деталей и инструмента с упрочненным поверхностным слоем толщиной до нескольких миллиметров при неизменном общем химическом составе материала и сохранении во внутренних слоях первоначальных свойств исходного металла. Плазменной закалкой упрочняются тонкие (0,1 – 0,9 мм), иногда более толстые (до 2 – 3 мм) слои изделий, изготавливаемых из низколегированных сталей с содержанием углерода 0,4 % и выше, а также и перлитных чугунов.

Закалка выполняется ручной горелкой, небольшие размеры которой делают ее удобной для ручного манипулирования, позволяют добираться ею до труднодоступных мест и упрочнять то, что ранее не упрочнялось. Плазменная закалка не дает деформаций, благодаря чему закаленным деталям, во многих случаях, не требуются финишная шлифовка. Установка «Мультиплаз» может применяться на ремонтных площадках, по месту механообработки и эксплуатации деталей, а не только в термических цехах и специализированных участках.

Плазменная закалка установкой «Мультиплаз» за счет высоких скоростей нагрева, обеспечивающих сохранение концентрации углерода по месту перлитных зерен, дает возможность упрочнять низкоуглеродистые стали, в промышленной практике упрочнению не подвергающиеся.

Повышение температуры закалки дисковых ножей из стали 6ХВ2С выше рекомендованной (860-900 °С) приводит к возрастанию легированности аустенита, что приводит к увеличению стойкости мартенсита при отпуске и повышению теплостойкости стали.

Ухудшение шероховатости поверхности и искажение размеров при плазменной закалке столь незначительные, что многие детали после нее не нуждаются в финишной механической обработке, и могут сразу направляться потребителю, что снижает продолжительность изготовления и себестоимость их производства.

Слой плазменной закалки многократно превосходит в износостойкости металл в нормализованном или состоянии объемной закалки с отпуском, что делает применение плазменной закалки высокоэффективным.

#### **Список литературы**

1. Коротков В.А. Поверхностная плазменная закалка / ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2012. 64 с.
2. Емелюшин А.Н., Морозов А.Н. Структура и свойства плазменноупрочненных дисковых ножей // Литейные процессы. 2013. № 12. С. 109-115
3. Коротков В.А. Технология ручной плазменной закалки // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. 2014. С. 53-59.

**Емелюшин А.Н.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Климова А.С.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## УПРОЧНЕНИЕ ЗУБЬЕВ КРУПНЫХ ШЕСТЕРЁН

Шестерни – это зубчатые колеса с конической или цилиндрической поверхностью. Они являются важнейшими элементами, передающим вращательное движение в зубчатом механизме. Обычно шестерни используются парами, так как принцип их функционирования основан на поочередном ответном зацеплении зубьев обоих колёс друг за друга. Шестерня, получающая вращательное движение извне – ведущая в паре, вторая – ведомая.

Существует несколько видов шестерней: косозубая шестерня; шестерня звезда; цилиндрическая прямозубая; секторная шестерня и другие

Способ термической обработки зубьев: газовую цементацию с последующей закалкой и низким отпуском.

Цементацией называется процесс насыщения поверхностного слоя стали углеродом. Различают два основных вида цементации: твердыми углеродосодержащими смесями и газовую. Целью цементации является получение твердой и износостойкой поверхности, что достигается обогащением поверхностного слоя углеродом до концентрации 0,8-1,2 % и последующей закалкой с низким отпуском.

Цементацию проводят при температурах 920-950° С, когда устойчив аустенит, растворяющий в больших количествах углерод. При цементации стали атомы углерода диффундируют в решетку гамма -железа. По достижении предела насыщения аустенита углеродом, определяемого линией SE на диаграмме железо-углерод, на поверхности может образоваться сплошной слой цементита.

Цементированный слой имеет переменную концентрацию углерода по глубине, убывающей от поверхности к сердцевине детали. В связи с этим после медленного охлаждения в структуре цементованного слоя можно различить (от поверхности к сердцевине) три зоны: эвтектоидную, состоящую из перлита и вторичного цементита и образующую сетку по бывшему зерну аустенита; эвтектоидную, состоящую из одного пластинчатого перлита, и доэвтектоидную зону, состоящую из перлита и феррита. Количество феррита в этой зоне непрерывно возрастает по мере приближения к сердцевине.

После цементации изделия подвергают закалке на мартенсит с последующим низким отпуском. При такой закалке сердцевина цементованных изделий будет мягкой и вязкой, а поверхностный слой — твердым и прочным.

### Список литературы

1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: учебник для высших учебных заведений. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1990.
2. Зинченко В.М. Инженерия поверхности зубчатых колес методами химико-термической обработки. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. 302 с.
3. Козловский И.С. Химико-термическая обработка шестерен. Москва, 1970. 232 с.
4. Калашников А.С., Моргунов Ю.А., Калашников П.А. Современные методы обработки зубчатых колес. Москва: «Спектр», 2012. 238 с.

**Лежнева К.А.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Режущий инструмент — инструмент для обработки резанием. Существуют различные классификации режущих инструментов по разным признакам (по обрабатываемому материалу, материалу инструмента, по форме и т.д.). Для увеличения срока эксплуатации и износостойкости используют поверхностное упрочнение, которое осуществляется модифицированием поверхности различными способами.

Для повышения эксплуатационной стойкости режущего инструмента используют различные методы изменения физико-механических свойств поверхностных и подповерхностных слоев материала инструмента: нанесение износостойких покрытий; нанесение антифрикционных покрытий; гальванические, химические, химико-термические, физические; физико-термические методы; механические и термомеханические методы, а также доводку, заточку и методы электроискрового упрочнения и наращивания инструмента.

При работе режущего инструмента основное воздействие воспринимается тонким поверхностным слоем, а остальное сечение материала воспринимает лишь незначительную долю. Поэтому необходимо дифференцировать физико-механические свойства поверхностных слоев и остального сечения, что достигается различными методами поверхностного упрочнения. К основным методам поверхностного упрочнения относятся: поверхностное пластическое деформирование, термическая обработка, химико-термическая обработка, наплавленные/напыляемые покрытия, лазерное и плазменное упрочнение, композиционные покрытия.

Одним из эффективных методов повышения стойкости режущих инструментов является электроискровое легирование, сущность которого заключается в воздействии на обрабатываемый металл электрическим импульсным разрядом, который вызывает сложные термохимические изменения поверхности металла. Если разряд протекает в газовой среде, он сопровождается переносом материала с одного электрода на другой, а высокая температура способствует диффузии материала.

Высокую износостойкость придают инструменту и плазменные покрытия.

### Список литературы

1. Зубарев Ю.М., Битюков Р.Н. Основы резания материалов и режущий инструмент. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 228 с.
2. Нефедьев С.П., Емелюшин А.Н. Влияние азота на формирование структуры и свойств плазменных покрытий типа 10P6M5 // Вестник Югорского государственного университета. 2021. № 3 (62). С. 33-45.
3. Кожевников Д.В. Режущий инструмент. М.: Машиностроение, 2007. 528 с.
4. Шматов А.А., Любомир Ш., Зденко К. Тенденции развития науки в области упрочнения инструментальных материалов // Ползуновский Альманах. 2015. № 2. С. 5-16.

*Под руководством Емелюшина А.Н., д-ра техн. наук, профессора каф. ЛПИМ, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*



**Завалищина А.Н.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Румянцев М.И.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Алехина О.Н.**, аспирант,  
**Ларионова А.С.**, магистрант  
**Лошкарев М.А.**, магистрант  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ СТАЛИ КАТЕГОРИИ E500W В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПРОИЗВОДСТВА

Растущий объем грузоперевозок перевозок морским транспортом по кратчайшему Северноморскому пути в сопровождении ледокольных кораблей требует разработки и освоения производства толстолистовой стали для судостроения, отвечающей повышенным требованиям эксплуатации в арктических условиях. Для этого необходим толстолистовой прокат с высокими прочностными и пластическими характеристиками, удовлетворительными показателями.

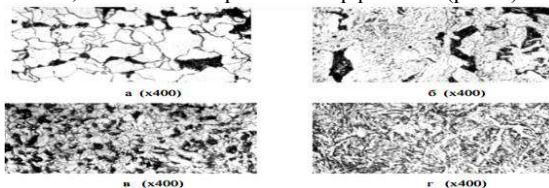
В работе исследовали термообработку стали E500W, высокой прочности (ГОСТ Р 52927–2015). Химический состав представлен в таблице.

Содержание основных элементов в исследуемых сталях

Марка стали	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	V, Ti, Nb
E500W	0,08-0,12	0,45-0,75	0,1-0,4	0,01	0,005	0,35-0,65	1,85-2,15	0,02-0,05

После горячей прокатки возможно получение проката с крупно и мелкозернистой, горячекатаной структурой. Последующая термическая обработка позволяет изменять структуру в зависимости от скорости охлаждения после дополнительно повторного нагрева.

При охлаждении стали с исходной мелкозернистой структурой со скоростью  $0,5^\circ \text{C/s}$  образуется неоднородная феррито-перлитная структура (рис. а) с равноосными ферритными зёрнами. Охлаждение той же стали с крупным зерном аустенита при этой же скорости охлаждения дает крупнозернистую феррито-перлитную структуру, с участками неравноосного бейнита грубой формы (рис. б). При повышении скорости охлаждения стали с исходной мелкозернистой структурой до  $10^\circ \text{C/s}$  образуется равномерная мелкозернистая феррито-перлитная структура, содержащая бейнит глобулярной формы (рис. в), в то время как, в крупнозернистой структуре при той же скорости охлаждения образуются крупные области бейнита, игольчатой и речной морфологии (рис. г).



Структуры, полученные при превращении деформированного мелкозернистого (а, в) и крупнозернистого (б, г) аустенита стали категории при охлаждении со скоростью  $0,5^\circ \text{C/s}$  (а, б) и  $10^\circ \text{C/s}$  (в, г).

**Емелюшин А.Н.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Закирьянова Р.С.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КАНАТНОЙ ПРОВОЛОКИ

Стальная канатная проволока является важной продукцией метизной отрасли. Развитие промышленности невозможно без использования стальных канатов, которые используют в строительстве промышленных сооружений, жилых зданий, при добыче нефти, газа. В металлургической, машиностроительной, горнодобывающей промышленности стальной канат служит тяговым и подъемным звеном подъемников, обеспечивающих перемещение и подъем сырья, заготовок и готовой продукции. Стальные канаты применяют также в авиации на автомобильном и морском транспорте.

Рассмотрен технологический процесс изготовления канатной проволоки, который включает следующие операции: подготовку поверхности, волочение, термическую обработку для получения необходимой структуры и нанесение цинкового покрытия.

Сырьем для производства канатной проволоки служит катанка, получаемая горячей прокаткой на проволочных и сортовых станах. Ее изготавливают из углеродистой стали, содержащей 45-80%С.

Канатная проволока должна обладать высокой живучестью при действии знакопеременных напряжений, противостоять действию коррозионной среде и абразивному износу, выдерживать динамические нагрузки.

Патентирование – один из видов изотермической обработки применяют при изготовлении проволоки в целях создания структуры, позволяющую осуществлять холодную пластическую деформацию с большими обжатиями и получать при этом высокий уровень прочностных свойств. Такой обработке подвергают углеродистые стали, содержащие 0,4-0,9 °С.

Проволоку из углеродистых сталей нагревают в печи до температуры на 30-50 °С выше  $A_{c3}$  до аустенитного состояния с последующим охлаждением в свинцовой ванне с температурой 530-550 °С.

Распад аустенита происходит в области минимальной устойчивости аустенита. Получаемую структуру называют сорбитом патентирования. В микроструктуре не должно быть мартенситных участков. Избыточный феррит или вторичный цементит не успевают образоваться, и вся структура является квазиэвтектоидной.

Затем проводится волочение и горячее цинкование.

### Список литературы

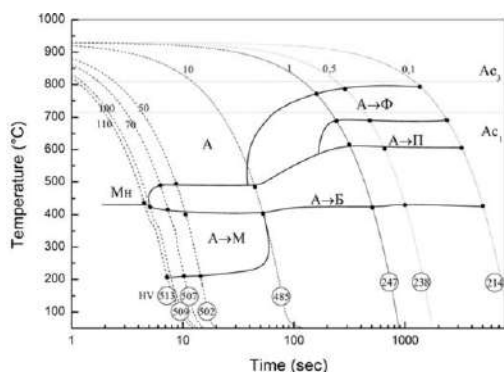
1. Стальная проволока / Белалов Х.Н., Клековкин А.А., Клековкина Н.А., Гун Г.С., Корчунов А.Г., Полякова М.А. Магнитогорск: МГТУ, 2011. 623с.
2. Харитонов В.А., Усанов М.Ю. Основные направления развития отечественного производства проволоки различного назначения // Сталь. 2020. № 2. С. 38-41.

**Полецков П.П.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Копцева Н.В.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Ефимова Ю.Ю.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Кузнецова А.С.**, канд. техн. наук,  
**Гулин А.Е.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Алексеев Д.Ю.**, инженер,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ПОСТРОЕНИЕ ТЕРМОКИНЕТИЧЕСКОЙ ДИАГРАММЫ ДЛЯ ВЫСОКОПРОЧНОЙ ХЛАДОСТОЙКОЙ СТАЛИ 25Н2ГСМ

В рамках решения проблемы импортозамещения продукции зарубежного производства на ПАО «ММК» в кооперации с ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» осваивается производство стали 25Н2ГСМ для тяжело нагруженных конструкций машиностроения, работающих в условиях Крайнего Севера, класса прочности 1100 МПа. Химический состав опытно-промышленной стали 25Н2ГСМ, % (масс.): 0,25 С; 1,0 Мн; 0,5 Si; 2,6 (Ni+Mo+Cu+Cr); 0,050 Al; 0,030 (Ti+V+Nb); 0,0050 В; 0,015 Р; 0,005 S. Для исследования закономерностей структурно-фазовых превращений стали 25Н2ГСМ построена термокинетическая диаграмма распада переохлажденного аустенита. Эксперименты по нагреву и охлаждению с различными скоростями выполняли на модуле Pocket Jaw комплекса Gleeble 3500. Нагрев образцов до аустенитного состояния осуществляли в вакууме до температуры 930 °С, последующее охлаждение проводилось со скоростями в диапазоне от 0,1 до 110 °С/с.

На основе результатов комплексного дилатометрического, металлографического анализов и измерения твердости выяснены закономерности структурно-



Термокинетическая диаграмма превращения переохлажденного аустенита стали 25Н2ГСМ

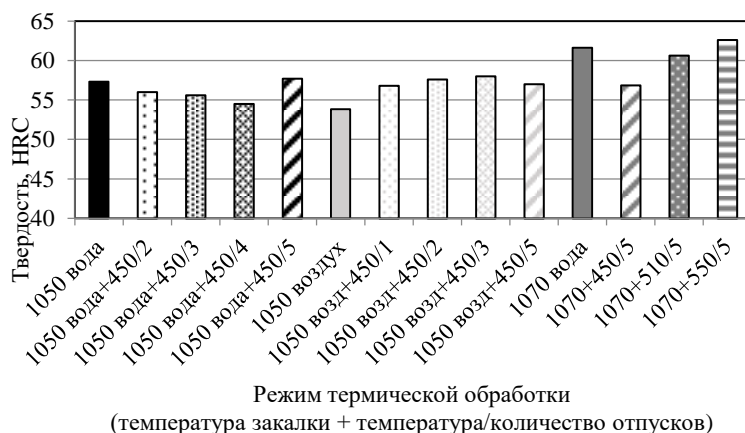
фазовых превращений в стали 25Н2ГСМ при непрерывном охлаждении и построена термокинетическая диаграмма распада переохлажденного аустенита (рисунок). Результаты исследования использованы при разработке рекомендаций для освоения промышленного производства стали 25Н2ГСМ, обладающей сочетанием высокопрочного состояния с высоким сопротивлением хрупкому разрушению при низких температурах.

Соглашение № 075-11-2021-063 от 25.06.2021 г.

**Копцева Н.В.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Ефимова Ю.Ю.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Скрипкин Е.В.**, аспирант  
**Сабанчина Г.З.**, магистрант,  
**Нефедьева Д.В.**, магистрант,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ВАЛКОВОЙ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

В настоящее время одним из наиболее перспективных материалов рабочего слоя прокатных валков является быстрорежущие стали, обеспечивающие высокие эксплуатационные свойства благодаря особой структуре, содержащей сложные карбиды в мартенситной матрице. При этом, используя термическую обработку, можно улучшить механические и эксплуатационные свойства валков. В работе исследовано влияние температуры нагрева под закалку стали Semi-HSS с химическим составом, % (масс.): 0,72 C; 0,9 Si; 0,62 Mn; 7,8 Cr; 0,57 Ni; 2,95 Mo; 0,51 V; 0,89 Nb; 0,013 B; 0,008 Ti; 0,020 P; 0,015 S. Показано, что охлаждение на воздухе при закалке от 1050 °C обеспечивает при последующем отпуске при 450 °C такую же твердость 58 HRC, как после охлаждения в воде, но при меньшем количестве отпусков. Выявлено, что повышение температуры нагрева до 1070 °C позволяет при последующем 5-ти кратном отпуске при 510-550 °C увеличить твердость до 61-63 HRC (рисунк).



Влияние температуры нагрева под закалку, температуры и количества отпусков на твердость быстрорежущей валковой стали

**Молочкова О.С.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Петроченко Е.В.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Алчинова Л.Х.**, студент,  
**Климова А.С.**, студент,  
**Лежнева К.А.**, студент,  
**Тимербулатова З.И.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Композиционный материал – неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых выделяют армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала, и матрицу, обеспечивающую совместную работу армирующих элементов.

Признаки композиционных материалов: не встречаются в природе; состоят из двух или более компонентов, различающихся по своему химическому составу и разделённых выраженной границей; имеют новые свойства; неоднородны в микромасштабе и однородны в макромасштабе и т.д.

По материалу матрицы композиционные материалы делят на: полимерные, керамические, металлические, оксид-оксид матрица. Композиты классифицируются по виду армирующего наполнителя: волокнисты; слоистые; наполненные пластики; насыпные (гомогенные), скелетные. По методам получения: жидкофазный; твердофазный; осаждение-напыление; комбинированный.

Полимерные композиты имеют в качестве своей базы полимерную основу - матрицу. Это самый многочисленный вид композиционные материалы. Их применение позволило значительно снизить вес и улучшить эксплуатационные характеристики многих изделий.

Полимерные материалы классифицируют на: стеклопластики (полимерные композиты, армирование которых проводят стеклянными волокнами); углепластики (наполнителями служат углеродсодержащие волокна, которые «добывают» из натуральных или искусственно созданных волокон); боропластики (матрица – термореактивный полимер, наполнитель – борные волокна, борные жгуты); органические (основа – преимущественно используют эпоксидные, полимерные, фенольные смолы, наполнитель – искусственные или натуральные волокна); полимеры, наполненные порошками (используют для изготовления электроизоляционных материалов, труб); текстолиты (это полимерные материалы, имеющие слоистую структуру и применяемые для изготовления, например, кухонных поверхностей, в качестве армирующего элемента используют ткани).

Композиционные материалы применяются в авиационной и ракетно-космической технике, судостроении, в железнодорожном транспорте, нефтеперерабатывающей промышленности, а также для автомобильного и городского транспорта. Большая группа полимеров используется в транспортном машиностроении (28–30%).

В России более 100 предприятий занимаются производством композиционных материалов, 61 из которых – средние и крупные предприятия. Рынок композитов в период с 2018 по 2020 год составил 53,8 млрд руб.

Отличие российского рынка от мирового заключается в доле композиционных материалов, используемых при изготовлении электроники, элементов ветрогенераторов.

**Петроченко Е.В.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Молочкова О.С.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Деева И.А.**, студент  
**Соколова А.Л.**, студент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

Материалы с памятью формы (МПФ) способны при низких температурах при нагружении накапливать деформацию, а после нагрева полностью или частично ее восстанавливать. К таким материалам относят сплавы, в которых при термическом и механическом воздействии развиваются обратимые мартенситные превращения [1]. Материалы с памятью формы применяются в машиностроении, например, изготовление зажимных инструментов, толкателей и захватов. Кроме того, МПФ используются в медицинском материаловедении для изготовления технологических устройств. Создание таких материалов является актуальной задачей, так как они обладают уникальными свойствами, что позволяет расширить область их применения.

В исходном состоянии в материале существует определенная структура. При деформации внешние слои материала вытягиваются, а внутренние сжимаются. В материалах с памятью формы мартенсит является термоупругим. При нагреве начинает проявляться термоупругость мартенситных пластин, то есть в них возникают внутренние напряжения, которые стремятся вернуть структуру в исходное состояние. Поскольку внешние вытянутые пластины сжимаются, а внутренние сплюснутые растягиваются, материал в целом проводит автодеформацию в обратную сторону и восстанавливает свою исходную структуру, а вместе с ней и форму [2].

Первое открытие сплава с памятью формы датируется 1932 годом. Это был сплав на основе Au-Cd. Далее в 1938 г. Дженингер и Моорадян наблюдали аналогичные изменения в латуни (Cu-Zn). В 1948 году академик Г.В. Курдюмов и доктор физико-математических наук Л.Г. Хандрос обнаружили обратимое термоупругое мартенситное превращение на сплавах Cu-Al-Ni и Cu-Sn, которое позднее было официально названо эффектом Курдюмова. В 1962–1963 гг. Бюлер и др. обнаружили никель-титановые сплавы с таким же эффектом памяти формы.

Известно большое количество сплавов с эффектом памяти формы, такие как Ni-Ti, Cu-Al-Ni, Cu-Zn, Au-Cd, Fe-Mn-Si, Fe-Ni-Co-AlTi, Cu-Zn-Al. Легирующие добавки могут сильно смещать температуру мартенситных превращений, влияя на свойства восстановления. Сплавы на основе никелида титана наиболее известны, как МПФ, а также они обладают сверхэластичностью, биомеханическими свойствами, хорошо совмещаются с живыми клетками ткани человека. Сплавы на основе меди не пригодны в медицине в силу недостаточно хороших физико-механических свойств, неудовлетворительной коррозионной стойкости, но они более дешевые, чем никелид титана, а также лучше обрабатываются резанием и их можно выплавлять в обычной атмосфере. Также сейчас набирают известность сплавы с эффектом памяти формы на основе железа, они более прочные, чем никелид титана, также дешевые, могут выдерживать высокие нагрузки.

### Список литературы

1. Функциональные материалы с эффектом памяти формы / Коллеров, Гурсов, Гуртовая. М.: Машиностроение, 2019. 140 с.
2. Материалы с эффектом памяти формы: справочник / под ред. Лихачева В.А. СПб.: Изд-во НИИХ СПбГУ, 1997. 424 с.

**Савченко С.А.**, инженер-технолог 1-ой категории прокатного отдела  
технического управления

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин

**Сычков А.Б.**, д-р техн. наук, проф. каф. ЛПиМ,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НАЛИЧИЯ МАРТЕНСИТА В БУНТОВОМ ПРОКАТЕ ИЗ ПОДШИПНИКОВОЙ МАРКИ СТАЛИ**

В процессе отработки технологии двухстадийного охлаждения бунтового проката диаметром 16,5 мм с равномерной структурой из подшипниковой стали ШХ15 для последующего сфероидизирующего отжига, выявлено положительное влияние мелкодисперстного перлита, который в процессе проведения отжига обеспечивал равномерную мелкозернистую структуру зернистого перлита, соответствующую ГОСТ 801. В литературе [1-2] описано влияние мелкопластинчатого перлита как наиболее благоприятной структуры для проведения сфероидизирующего отжига. При освоении технологии двухстадийного охлаждения режима для профиля диаметром 5,5 мм нами получен опыт, рассмотренный в [3].

При охлаждении высокоуглеродистой катанки на линии «Стелмор» могут образовываться участки мартенсита, которые являются концентраторами напряжений и приводят к хрупкому разрушению (см. рисунок). Для устранения участков мартенсита в бунтовом прокате из подшипниковых марок стали, необходима корректировка температурно-скоростного режима охлаждения на линии Стелмор.



Хрупкое разрушение бунтового проката диаметром 5,5 мм

### Список литературы

1. Раузин Я.Р. Термическая обработка хромистой стали (для подшипников и инструментов). 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1978. 277 с.

2. Качество катанки подшипниковой стали после двухстадийного охлаждения / Ю.В. Яценко, В.С. Емченко, Реус В.А., Лихов В. К. // Сталь. 1985. №. 6. С.62-63.

3. Савченко, С.А. Разработка эффективного режима охлаждения катанки из подшипниковых марок стали для последующего сфероидизирующего отжига // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 80-й МНТК. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2022. Т.1. С. 131.

**Сычков А.Б.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Моллер А.Б.**, д-р техн. наук, зав. каф.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Атангулова Г.Я.**, ведущий инженер ЦЗЛ  
ОАО «ММК-МЕТИЗ», г. Магнитогорск, РФ  
**Малашкин С.О.**, ведущий специалист  
ООО «Ультра», г. Магнитогорск, РФ

## **ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ-ТЕРМОПРАВКА (ТМУ-ТП) КРУПНЫХ ДВУТАВРОВ В ПОТОКЕ СОРТОВОГО СТАНА**

На базе анализа методов упрочнения фасонного проката (уголков и швеллеров) в потоке сортовых станов, серии активных экспериментов, расчета прогнозирующих регрессионных уравнений зависимости механических свойств и показателей микроструктуры от геометрии профилазермеров и технологических параметров охлаждения, разработанного алгоритма итерационного уточнения точности прогноза, проведена оценка ТМУ-ТП крупных двухтавровых балок производства НТМК. Указанная оценка подтвердила возможность осуществления такой технологической операции. Для этого необходим тщательный учет всех нюансов и особенностей конструкции прокатного стана и технологического процесса производства широкополочных двухтавровых балок. Одним из конструктивных параметров является применение трайберов (тянущих роликов) для транспортирования проката через трассу ускоренного водяного охлаждения. Необходимо также обеспечить при термоупрочнении класс прочности проката не менее 440 МПа.

Использование ускоренного охлаждения в воде двухтаврового проката позволит получить значительный экономический эффект (80-100 долларов США на 1 тонну проката) вместо применения микролегирования стали таким элементом, как ванадий, измельчающего размер действительного зерна металла и повышающего тем самым предел текучести и отношение его к временному сопротивлению разрыву, обеспечивая существенное упрочнение проката. Не исключается микролегирование стали ванадием. В качестве базовой выбирается марка стали 09Г2С.

### Список литературы

1. Сычков А.Б., Агутин Г.В., Камалова Г.Я. Технология термической обработки фасонного проката в потоке сортовых станов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2018. Т. 9. № 1. С. 28-32.
2. Термическое упрочнение фасонного проката в потоке сортового стана / О.Н. Тулупов, А.В. Наливайко, А.Б. Сычков, А.Б. Моллер, Г.Я. Камалова // Сталь. 2019. № 4. С. 64-70.
3. Особенности структурообразования и формирования механических свойств в фасонном прокате из стали 09Г2С в процессе ускоренного водяного охлаждения / А.Б. Сычков, А.Б. Моллер, Г.Я. Атангулова, Г.В. Агутин // Черные металлы. 2021. № 11 (1079). С.60-67.



**Сычков А.Б.**, д-р техн. наук, проф.;

**Феоктистов Н.А.**, канд. техн. наук;

**Полозкова Е.Н.**, аспирант;

**Агутин Г.В.**, аспирант;

ФГБОУ ВО «МГТУ им. ГИ. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ**

Надежность деталей и запасных частей в значительной степени зависит от технологических свойств материалов, таких как интервал закалочных температур, карбидная неоднородность, устойчивость против обезуглероживания - в целом это и определяет выпуск качественных изделий. После закалки в масло ли в воду и отпуска при 200°C в течение 5 ч структура соответственно состоит из троостита с твердостью 411 HV; троостита, карбидов с карбидной сеткой 3 балла [1-3] и твердостью 459 HV.

Существенное влияние на износостойкость сталей оказывает карбидная фаза. При встрече с карбидом абразивная частица, соизмеримая с ним по твердости, утрачивает способность дальнейшего эффективного воздействия на изнашиваемую поверхность из-за ее затупления, а возможно - и частичного разрушения. Следовательно, износостойкость карбидосодержащих сталей должна быть выше стали без карбидной фазы [2].

Стали со структурой троостита, поскольку обладают значительной упругостью, более пригодны для изготовления рессор, пружин, а не для износостойких деталей горнодобывающей техники. Целью закалки является получение мартенситной структуры и измельчение карбидов. Часть легирующих элементов переходят в металлическую основу сплава, но определенное их количество сохраняется в виде карбидных включений. Закалка в воду обеспечивает образование структуры троостита с карбидными включениями. Более эффективной структурой металла для изготовления коронок зубьев экскаваторов вероятно будет отпущенный мартенсит с участками бейнита. Прочностные характеристики сплава зависят не только от основы, но от поверхности раздела фаз, следовательно, чем меньше размеры зерен и дисперснее составляющие структуры, тем выше значения свойств.

Вследствие вышеуказанного, следует продолжить исследования по разработке дешевой среднелегированной стали с усовершенствованным химическим составом и эффективной термической обработкой, формирующих наилучшую микроструктуру и комплекс свойств.

### **Список литературы**

1. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. М.: Металлургия, 1983. 527 с.
2. Берхерс Й., Антуан К.-П. Технологические измерения: повышение качества продукции и стабильности производственного процесса // Черные металлы. 2006. № 2. С. 38-49.
3. Краткий справочник химика. Изд. 2-ое исправл. и дополн / под общ. ред. В.А. Рабиновича. Изд-во Химия, Ленинградское отд., 1978. 390 с.

**Петроченко Е.В.**, д-р техн. наук, доцент, проф.  
**Молочкова О.С.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Трофимова Е.А.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **КОМБИНИРОВАННОЕ ВЛИЯНИЕ БОРА И УСЛОВИЙ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ЗАТВЕРДЕВАНИИ НА СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНО-ЛЕГИРОВАННЫХ БЕЛЫХ ЧУГУНОВ**

В работе представлены результаты исследования влияния бора и режимов охлаждения на параметры структурных составляющих комплексно-легированного белого чугуна. Известно, что скорость охлаждения расплава при кристаллизации - важнейший фактор, влияющий на морфологию и количество первичных карбидов, дендритов аустенита и эвтектики. Таким образом, изменяя условия охлаждения, можно управлять структурным состоянием и специальными свойствами чугунов.

Установлено, что дополнительная обработка базового чугуна бором существенно улучшает износостойкость и повышает твердость металла. Бор оказывает сильное влияние на процессы кристаллизации чугуна как поверхностно-активный элемент, измельчает зерно и осуществляет дополнительное раскисление металла. Так же бор, адсорбируясь на поверхности растущих кристаллов, снижает тепло-выделение при кристаллизации, вызывает увеличение переохлаждения. Это способствует увеличению дисперсности эвтектик (межкарбидному расстоянию в них). Бор изменяет состояние границ зерен, пограничных слоев, что положительно влияет на свойства чугуна. На основании этих изменений бор относится к модификаторам второго рода.

Модифицирование чугуна бором привело к увеличению объемной доли карбидной фазы, изменению ее дисперсности, морфологии и строения эвтектик. Уменьшились размеры первичных и эвтектических карбидов, сократилось расстояние между карбидами, что положительно влияет на износостойкость чугуна. Карбиды приняли более округлую форму, что снижает хрупкость сплава. Дендриты твердого раствора уменьшили свои размеры в несколько раз, что положительно влияет на механические и эксплуатационные свойства сплава. Разветвленность дендритов сократилась, в следствие чего снизилась химическая неоднородность в межосевых участках дендрита, что повышает жаростойкость чугуна. Чем больше скорость охлаждения, тем тоньше оси дендритов, меньше расстояния между ними. Измельчение внутреннего строения дендритов (малые размеры дендритных ячеек) сопровождается улучшением механических свойств сплава.

По результатам проведенного литературного обзора в российской и зарубежной литературе была подтверждена актуальность темы о возможности применении бора в качестве микролегирующей и модифицирующей добавки для повышения свойств комплексно-легированных белых чугунов, а также выявлены концентрационные интервалы содержания бора и его влияние на структуру и свойства этих чугунов. Бор способствует устранению столбчатого строения кристаллов твердого раствора и диспергированию карбидной фазы, увеличению микротвердости структурных составляющих, упрочнению металлической матрицы, увеличению износостойкости.

**Столяров А.Ю.**, канд. техн. наук, начальник технологического центра

ОАО «ММК-МЕТИЗ», г. Магнитогорск, РФ

**Язвенко А.М.**, аспирант,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВЫСОКОПРОЧНОГО ПРОКАТА СОРТАМЕНТА ПАО «ММК»**

Все более высокие требования потребителей машиностроительной продукции привели к необходимости разработки новых сталей, обеспечивающих высокий комплекс эксплуатационных свойств. Так, был разработан широкий спектр сталей типа MAGSTRONG [1]. Данные стали относятся к группе низколегированных высокопрочных сталей с дополнительным микролегированием и предназначены для изготовления сварных конструкций.

Особенностью данных сталей является то, что они обладают высоким значением углеродного эквивалента ( $C_{эв}$ ) и относятся к категории трудносвариваемых сталей [2], т.е. склонных к образованию холодных трещин при воздействии термических циклов сварки. Стали подобного типа требуют специального подхода при разработке технологий их сварки [3,4].

Настоящая работа посвящена исследованию структуры и механических свойств сварных соединений стали типа MAGSTRONG. Установлено, что в зоне термического влияния на участке перегрева формируются структуры бейнита реечного типа. При испытании на разрыв разрушение металла сварного соединения происходило по зоне термического влияния.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что требуются дополнительные испытания и детальный анализ влияния термических сварки на кинетику структурно-фазовых превращений при сварке сталей типа MAGSTRONG.

### Список литературы

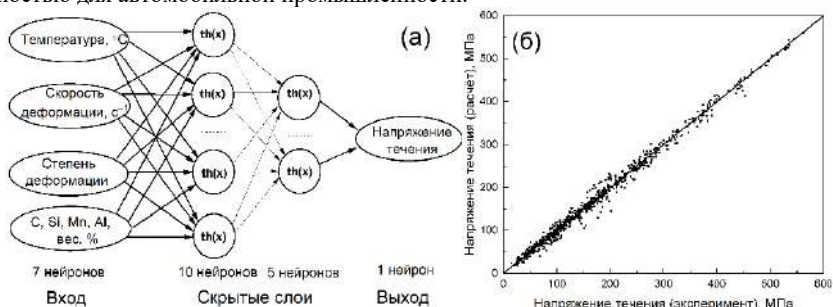
1. СТО ММК 324-2016. Стандарт организации. Прокат горячекатаный из стали с высоким пределом текучести.
2. Исследование структуры и механических свойств сварных соединений высокопрочной низколегированной стали арктического назначения / Шекшеев М.А., Ширяева Е.Н. и др. // Известия высших учебных заведений. Чернаяметаллургия. 2022. Т. 65. № 2. С. 113-119.
3. Investigation of the structure and mechanical properties of welded joints in steels of the K56 strength grade in different welding conditions / Yemelyushin A.N., Sychkov A.B. и др. // Welding International. 2014. Т. 28. № 1. С. 70-74.
4. Структура и свойства зоны термического влияния сварных соединений трубного листового проката класса прочности K56, K60 / Сычков А.Б., Емельюшин А.Н. и др. // Сталь. 2014. № 4. С. 87-89.

*Под руководством Шекшеева М.А., канд. техн. наук, доцента каф. МиТО-ДиМ, Михайлицына С.В., канд. техн. наук, доцента каф. МиТОДиМ, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Чурюмов А.Ю.**, канд. техн. наук  
НИТУ МИСИС, г. Москва, РФ

## ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛЕЙ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Горячая деформация является одним из важных этапов производства. Поведение при горячей деформации существенно зависит не только от условий деформации, таких как температура, скорость и степень деформации, но прежде всего от химического состава стали. На сегодняшний день отсутствуют модели, связывающие реологические свойства сталей с химическим составом. Данную проблему может решить машинное обучение, реализованное через искусственные нейронные сети (ИНС), позволяющие прогнозировать функциональные зависимости без заранее известных законов. В настоящей работе построена модель на основе ИНС, связывающая реологические свойства с химическим составом и параметрами деформации сталей с повышенной удельной прочностью на основе системы Fe-Mn-Al-Si-C. Модель на основе ИНС была построена на основе базы данных, состоящей из значений входных переменных: концентрации C, Si, Mn, Al, температуры, скорости и степени деформации, и выходного свойства (напряжение течения). Структура построенной модели на основе ИНС представлена на рисунке а. Для обучения модели использовался статический алгоритм обратного распространения ошибки. Для проверки модели 20 % записей базы данных не были задействованы в обучении с целью проверки воспроизводимости модели. Сопоставление расчётных и экспериментальных значений напряжения течения для тестового множества представлено на рисунке б. Средняя ошибка расчета составила 6,3 %. Построенная модель может быть применена для оптимизации технологии горячей пластической деформации сталей с высокой удельной прочностью для автомобильной промышленности.



Структура ИНС (а) и сопоставление расчётных и экспериментальных значений напряжения течения (б)

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 18-79-10153-П).*

**Цыплакова Д.В.**, студент

**Братковский Е.В.**, канд. техн. наук, доцент каф. металлургических технологий и оборудования

Новотроицкий филиал НИТУ МИСИС, г. Новотроицк, РФ

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ**

В связи с интенсивно развивающейся теплоэнергетикой и горнодобывающей промышленностью потребность в деталях размалывающего оборудования постоянно растет и в настоящее время исчисляется миллионами штук, поэтому повышение их стойкости и, следовательно, срока службы является важной актуальной задачей.

Во всем мире ежегодно потери от выхода из строя по причине изнашивания оборудования, деталей машин, транспортных средств составляют десятки миллиардов долларов. Существенного снижения потерь можно достичь созданием новых износостойких сплавов, оптимизацией их легирования.

В России практически не осталось литейных производств, изготавливающих рабочие органы размалывающего и дробильно-сортировочного оборудования, хотя спрос на них постоянно растет.

В настоящее время на комбинате АО «Уральская Сталь», в фасоннолитейном цехе на участке стального литья выплавляется обычная высокомарганцевая сталь типа 110Г13Л, ударно-абразивную стойкость которой можно значительно повысить введением в нее небольшого количества легирующих элементов, а также модифицированием.

Марганцовистая сталь 110Г13Л, относится к сталям аустенитного типа. Одним из путей упрочнения стали является ее легирование. Упрочнение  $\gamma$ -Fe может быть получено введением в него элементов с отличной от  $\gamma$ -Fe решеткой. Поэтому перспективно дополнительное легирование более сильными карбидообразующими элементами, чем марганец, в частности: титан, ванадий, цирконий и др. Растворимость этих элементов в аустените увеличивается с увеличением в стали марганца.

Анализ литературных и производственных данных позволил оптимизировать технологию выплавки износостойкой высокомарганцевистой стали за счет легирования активными карбидообразующими элементами такими как бор, ванадий, марганец и углерод. Предложен оптимальный состав износостойкой стали 120Г15ФРЛ с целью повышения ударно-абразивной стойкости, что позволит увеличить срок службы размалывающего оборудования, межремонтные периоды и обеспечит значительный экономический эффект.

**Секция «Технологии и машины обработки  
давлением, сварки и машиностроения:  
актуальные проблемы  
развития и совершенствования»**

УДК 621.746.047:669.054.2

**Терентьев Д.В.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Точилкин Василий В.**, аспирант.  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

**МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЖИДКОЙ СТАЛИ  
ПРИ РАЗЛИВКЕ МЕТАЛЛА НА МНЛЗ**

Рассмотрены вопросы: развития технологии процесса разлива жидкой стали и модернизации конструкций для защиты потока жидкого металла на пути из сталеразливочного ковша (СРК) в промежуточный ковш (ПК) [1]. Отмечены особенности конструкции агрегатов и узлов МНЛЗ, которые обеспечивают рациональное прохождение разливаемого металла в системе СРК – ПК [2]. Проведено математическое моделирование движения стали в отмеченной системе. С учетом специфики движения жидкого металла, выбраны начальные и граничные условия для моделирования [3]. Анализ результатов моделирования показал необходимость модернизации огнеупоров, установленных между защитной трубой и оборудованием разливочного стакана СРК. Созданные конструкции позволяют рационально подавать инертный газ – аргон в полость защитной трубы, подающей жидкий металл в промежуточный ковш [4]. Это обеспечивает уменьшение насыщения жидкой стали азотом, что снижает влияние азота на ухудшение характеристик металла непрерывно-литых заготовок. Совершенствование конструкций в целях рационального формирования потоков металла создает условия для повышения качества разливаемой стали [5].

Список литературы

1. Развитие конструкций для защиты жидкой стали при разливке на МНЛЗ / Точилкин В.В., Терентьев Д.В., Точилкин Василий В., Филатова О.А. // *Металлург.* 2022. № 10. С. 118–120.
2. Терентьев Д.В., Точилкин В.В. Развитие технологии процесса разлива стали и совершенствование конструкций оборудования промежуточного ковша сортовой МНЛЗ // *Теория и технология металлургического производства.* 2020. № 4(35). С. 25–28.
3. Конструкции и расчет металлоприемника промежуточного ковша симметричной многорулевой МНЛЗ / Вдовин К.Н., Точилкин Вас. В., Добрынин С.М., Мельничук Е.А., Точилкин В.В. // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.* 2019. Т.17. №3. С. 25–30. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2019-17-3-25-30>
4. Пат. 177994 РФ, МПК<sup>7</sup>В22D 41/00. Устройство для защиты струи металла при разливке на машине непрерывного литья заготовок / К.Н. Вдовин, Е.А. Мельничук, В.И. Умнов, В.В. Точилкин. Заявл. 22.03.2017; Опубл. 19.03.2018. Бюл. № 8.
5. Вдовин К.Н., Точилкин В.В., Ячиков И.М. Разработка огнеупорных конструкций для промежуточного ковша сортовой МНЛЗ // *Новые огнеупоры.* 2015. № 11. С. 3–7.

**Лактюшин А.А.**, заместитель директора по производству  
ООО «Концерн АРС», г. Москва, РФ,  
**Железков О.С.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Макаров Б.Б.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРУЖЕНИЯ ПРУЖИННЫХ КЛЕММ И ОЦЕНКА ИХ ПРОЧНОСТИ

В современных конструкциях верхнего строения железнодорожного пути широко используются железобетонные шпалы и пружинные клеммы типа ЖБР и АРС. В процессах монтажа и эксплуатации клеммы испытывают значительные циклически изменяющиеся силовые нагрузки, которые при определенных условиях приводят к разрушению клемм.

По результатам выполненных расчетов установлено, что наибольшие напряжения возникают в поперечных сечениях, расположенных на дуговых напальных участках в плоскостях, которые проходят через центр дуг под углом  $30^\circ$  от точки контакта клеммы со шпалой в сторону боковых участков. Полученные данные совпадают с результатами промышленных испытаний, которые проводились специалистами ВНИИЖТ в условиях Горьковской железной дороги.

Для определения зоны возможного разрушения клемм в процессе эксплуатации выполнено конечно-элементное компьютерное моделирование с использованием программного комплекса «DEFORM-3D». Рассматривались клеммы с круглым поперечным сечением (диаметр 17 мм) по всей длине и клеммы, у которых на дугообразных участках выполнено бочкообразное сечение ( $h = 13$  мм;  $a = 12$  мм;  $b = 21$  мм).

Выполненные расчеты с использованием ПК «DEFORM-3D» показали, что при размерах бочкообразного сечения на дугообразных участках  $h = 13$  мм;  $a = 12$  мм;  $b = 21$  мм интенсивность напряжения  $\sigma_i$  в опасном сечении снижается в 1,22 раза, а следовательно на эту же величину повышается коэффициент запаса прочности.

По результатам моделирования с использованием ПК «DEFORM-3D» определялся критерий  $D$  разрушения Кокрофта-Лэтэма. Установлено, что для клемм с бочкообразным сечением на дуговых напальных участках критерий  $D$  разрушения Кокрофта-Лэтэма в 1,12 раза меньше, чем для клемм круглого сечения.

**Железков О.С.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Харченко М.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Мартынов Е.М.**, старший преподаватель,  
Филиал НИТУ «МИСиС», г. Старый Оскол, РФ

## **ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БРОНЗЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГАЕК ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ВИНТОВЫХ МЕХАНИЗМОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН**

В металлургических машинах широко используются крупногабаритные тяжело нагруженные резьбовые детали. В частности, к таким деталям относят гайки нажимных механизмов клетей прокатных станов, гайки натяжных устройств конвейеров обогатительных машин, винтовые элементы механических прессов и др. Износ и разрушение резьб вызывают потери рабочего времени на ремонт и замену деталей винтовой пары, что сказывается на экономических показателях металлургического производства. Винтовые пары в металлургических машинах работают при высоких силовых нагрузках в условиях интенсивного истирания контактных поверхностей. Износ и надежность гайки и винта зависят от сил, действующих на контактных поверхностях, от профиля резьбы, от скорости навинчивания, от рабочей температуры, от наличия и типа смазки и других факторов. Вышеотмеченные факторы должны учитываться при проектировании, изготовлении и совершенствовании винтовых механизмов металлургических машин. При изготовлении гаек винтовых механизмов прокатных клетей широко используется бронза марки БрА9ЖЗЛ. Экспериментальные исследования проводились на модернизированной машины трения СМЦ-2.

Для проведения экспериментов спроектированы и изготовлены ролик, колodka и оснастка для крепления Колодки изготавливались из бронзы БрА9ЖЗЛ, которая применяется для изготовления гаек винтовых нажимных устройств прокатных станов. Для изготовления ролика использовалась сталь марки 45 со следующими механическими свойствами:  $\sigma_{\text{в}}=570$  МПа, твердость 207 НВ. По результатам экспериментов определены коэффициент трения  $f$  и энергетический показатель интенсивности изнашивания  $J_{\omega}$ . Усредненные значения полученных параметров составляю: - для бронзовых образцов после чистового точения: коэффициент трения  $f = 0,160$ ; энергетический показатель интенсивности изнашивания  $J_{\omega} = 4,46 \times 10^{-5}$  мм<sup>3</sup>/Нм ; - для бронзовых образцов после чистового точения и выглаживания с наложением ультразвуковых колебаний: коэффициент трения  $f = 0,148$ ; энергетический показатель интенсивности изнашивания  $J_{\omega} = 4,13 \times 10^{-5}$  мм<sup>3</sup>/Нм.



**Железков О.С.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Лизов С.Б.**, аспирант,  
**Макаров Б.Б.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОСОБЕННОСТИ ФРИКЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ВЫСОКОПРОЧНЫХ БОЛТАХ С КОНТРОЛЕМ УСИЛИЯ ЗАТЯЖКИ ПО ДЕФОРМИРУЕМОМУ ЭЛЕМЕНТУ**

В промышленности РФ широко используются фрикционные соединения с высокопрочными крепежными изделиями (болт, гайка, шайба), контроль затяжки, которых осуществляется с использованием динамометрических ключей. Ключи требуется постоянно проверять и тарировать, что существенно сказывается на точности затяжки и производительности монтажных работ. За рубежом широкое применение находят крепежные изделия, при установке которых требуемое усилие затяжки обеспечивается непосредственно при монтаже за счет деформирования отдельных элементов.

В Японии и США широко используются высокопрочные болты с контролем силы затяжки по скручиванию торцевого элемента болта. Такие болты выполняются с полусферической головкой, гладким и резьбовыми участками. При этом на конце резьбового участка выполняется торцевой элемент в виде многогранника, за который осуществляется закручивание болта. Между резьбовым участком и торцевым многогранным элементом выполняется цилиндрическая канавка строго определенных размеров. При окончательной затяжке кручение болта осуществляют за торцевой многогранный элемент и при достижении определенного крутящего момента, а следовательно, и силы затяжки, происходит скручивание торцевого элемента по цилиндрической канавке.

Другой широко применяемый за рубежом эффективный способ контролируемой затяжки фрикционных соединений заключается в деформировании торцевых выступов специальной шайбы и замера возникающего зазора. Процесс сборки и контроль усилия затяжки осуществляются следующим образом. Высокопрочный болт вставляется в отверстие соединяемых деталей. Со стороны резьбового участка болта одеваются шайба с торцевыми осаживаемыми выступами и плоская шайба, а затем закручивается гайка. При закручивании гайки осаживаемые выступы шайбы деформируются. Контроль силы затяжки осуществляется по зазорам между плоской и деформируемой шайбами, которые замеряются с помощью щупа.

На кафедре механики ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» проводятся исследования, направленные на поиск и совершенствование крепежных изделий для сборки фрикционных соединений с контролем усилия затяжки по деформируемому элементу и разработке технологий их изготовления.

**Кургузов С.А.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Шахманов А.С.**, магистрант гр. МКТМ-21-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ЗАДАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТОНКОСТЕННЫХ ЗАГОТОВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ САМ-СИСТЕМ**

Фрезерование – один из трёх наиболее распространенных в мире видов основных процессов обработки резанием. При помощи данного метода обработки можно изготовить значительный перечень деталей машиностроительной, авиакосмической, автомобильной и энергетической отраслей.

Заметим, что фрезерование затруднительно применять на заготовках с небольшой жесткостью, вследствие их упругой деформации в процессе обработки резанием. К примеру, при выборке глубоких карманов с ограничивающими стенками небольшой толщины, при соотношении конечной глубины фрезерования к толщине стенки более 15:1 - существует вероятность «подрыва» этих стенок.

Чтобы избежать неблагоприятного сценария, требуется выбрать оптимальную стратегию удаления припуска, таким образом, чтобы обеспечить необходимую жесткость элементов обрабатываемой заготовки и инструмента. Итоговым результатом в общем случае являются заниженные режимы резания, позволяющие выполнить фрезерование не исказив геометрию детали. [1, 2].

Для поиска и выбора наилучшей стратегии используют САМ-систему SprutCAM. Программа позволяет автоматически или в ручном режиме создавать различные стратегии срезания заданного припуска и визуализировать созданную траекторию движения инструмента. САМ-система показывает процесс съема материала во время рабочего хода, а также зону контакта режущих кромок инструмента и заготовки – зону резания. Проанализировав полученную информацию, делают вывод о соответствии полученного результата выполняемой управляющей программы заложенным технологическим требованиям. В противном случае подбирают иную стратегию обработки для достижения рациональных траектории движения инструмента и режимов резания.

Таким образом, использование САМ-системы SprutCAM позволяет облегчить и ускорить работу технологов - программистов. Фрезерование детали происходит без искажения геометрии элементов детали.

### Список литературы

1. О «мягких» режимах резания для обработки тонкостенных деталей / Жаргалова А.Д., Гаврюшин С.С., Лазаренко Г.П., Семисалов В.И. // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №6. 2016. <http://naukovedenie.ru/PDF/117TVN616.pdf> (доступ свободный).
2. Еремейкин П.А., Жаргалова А.Д., Гаврюшин С.С. Проблема технологических деформаций при фрезерной обработке тонкостенных заготовок // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2019. Т. 21, №3. С.17-21.

**Шекшеев М.А.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Михайлицын С.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Зарецкий М.В.**, старший преподаватель  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Зверева И.Н.**, главный технолог,  
**Романенко М.В.**, директор,  
ООО «МЭЗ», г. Магнитогорск, РФ

## **ЭВОЛЮЦИЯ ИНОКУЛИРУЮЩИХ ТУГОПЛАВКИХ ЧАСТИЦ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СВАРНЫХ ШВОВ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ, НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ**

Применение тугоплавких инокуляторов является одним из перспективных способов управления структурообразованием сварных швов низкоуглеродистых и низколегированных сталей [1,2]. В металле шва происходит измельчение макро- и микроструктуры, что благоприятно сказывается на формировании комплекса эксплуатационных свойств сварных соединений.

В качестве инокулятора хорошо подходят добавки ультрадисперсных соединений тугоплавких металлов с углеродом и/или азотом [3,4]. Прежде чем попасть в расплав сварочной ванны и стать центром кристаллизации инокулирующие частицы проходят несколько стадий своего существования. На первой стадии частица находится в составе шихты сварочного материала, например покрытия электрода. На второй стадии, в процессе сварки, частица проходит через дуговой промежуток при этом, находясь в объеме капли металла и/или шлака, который эту каплю окружает. На третьей стадии частица попадает непосредственно в расплав сварочной ванны, где она потенциально может стать искусственным центром кристаллизации или неметаллическим включением экзогенного типа. И в качестве четвертой стадии можно выделить полное или частичное растворение частицы в металлической основе шва в процессе его охлаждения.

### Список литературы

1. Инокулирование сварочной ванны низкоуглеродистой стали ультрадисперсными тугоплавкими компонентами / Шекшеев М.А., Полякова М.А. и др. // *Металлург*. 2022. № 12. С. 63-68.
2. Исследование влияния шлаковой системы покрытых электродов на эффективность инокулирования металла сварочной ванны низкоуглеродистой стали / Шекшеев М.А., Михайлицын С.В. и др. // *Черные металлы*. 2022. № 5. С. 68-73.
3. Разработка сварочных электродов с композитным наномодифицирующим покрытием / Шекшеев М.А., Михайлицын С.В. и др. // *Заготовительные производства в машиностроении*. 2019. Т. 17. № 6. С. 252-254.
4. Исследование влияния ультрадисперсных частиц монокарбида вольфрама на структуру наплавленного металла / Шекшеев М.А., Михайлицын С.В. и др. // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. Серия: *Металлургия*. 2018. Т. 18. № 4. С. 128-136.

**Шекшеев М.А.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Михайлицын С.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Куприянова О.А.**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ,  
**Зверева И.Н.**, главный технолог,  
**Романенко М.В.**, директор,  
ООО «МЭЗ», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СВАРКИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ**

В связи с политикой санкций, которую страны Запада агрессивно проводят в отношении Российской экономики, остро встал вопрос импортозамещения материалов для сварки и наплавки. Зарубежные компании-производители и поставщики сварочных материалов, такие как ESAB (Швеция), Lincoln Electric (США), KOBE STEEL (Япония) и др., приостановили свою деятельность в России.

Отечественная нефтегазовая промышленность столкнулась с нехваткой широкого спектра сварочных материалов из-за рубежа (проволока, флюсы, покрытые электроды).

Потребители сварочных материалов (ПАО «Газпром», ПАО «Транснефть» и др.) предъявляют повышенные требования к сварным соединениям трубных сталей [1,2], когда металл шва должен обеспечивать требуемый комплекс механических свойств без применения дополнительных технологических операций.

Настоящая работа посвящена исследованиям в области сварки и материаловедения с целью разработки новых сварочных электродов для сварки трубных сталей различных классов прочности, от К60 и выше. Перспективным способом управления структурообразованием металла шва непосредственно в процессе сварки является применение инокулирующих добавок [3], в качестве которых хорошо подходят тугоплавкие нано- и ультрадисперсные частицы тугоплавких материалов.

В работе приведены некоторые результаты теоретических и экспериментальных исследований применения тугоплавких инокуляторов для улучшения структуры и механических свойств металла сварных швов высокопрочных трубных сталей.

### Список литературы

1. Особенности структуры и свойства сварных швов трубной стали, выполненных электродами различных марок / Зверева И.Н., Картунов А.Д. и др. // Сварочное производство. 2017. № 11. С. 37-40.
2. Investigation of the structure and mechanical properties of welded joints in steels of the K56 strength grade in different welding conditions / Yemelyushin A.N., Sychkov A.B. и др. // Welding International. 2014. Т. 28. № 1. С. 70-74.
3. Инокулирование сварочной ванны низкоуглеродистой стали ультрадисперсными тугоплавкими компонентами / Шекшеев М.А., Полякова М.А. и др. // Металлург. 2022. № 12. С. 63-68.

**Шеметова Е.С.**, ст. преподаватель,  
**Терентьев Д.В.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Платов С.И.**, д-р техн. наук, проф.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ СЕРДЕЧНИКА И ОБОЛОЧКИ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПРОВОЛОКИ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ**

Исследовано влияние параметров шероховатости на качественные показатели биметаллической проволоки: устойчивость пластической деформации во внеконтактной зоне, качества сцепления оболочки с сердечником и маслоемкости шероховатых поверхностей оболочки и канала волокна. Исследования выполнены с использованием образцов вырезанных из бунтов на предприятии ООО «ЗМИ-ПРОФИТ». Очистка поверхности сердечника выполнялась при помощи электролитоплазменной обработки. Шероховатость измерялась на продольных и поперечных сечениях образцов с помощью инструментального микроскопа с построением профилограмм. Параметры шероховатости поверхности волокна измерялись с использованием прибора Суртроник с выводом параметров на монитор. Обработка профилограмм поверхностей сердечника после электролитоплазменной обработки позволила построить опорные кривые шероховатого слоя и по ним определить параметры микрогеометрии  $b$  и  $v$ . Знание высотных и шаговых параметров позволило решить задачу по заполнению микровпадин шероховатой поверхности сердечника материалом оболочки.

В результате решения получено уравнение, которое позволяет учесть ограничения, накладываемые на выбор способа формирования микрорельефа поверхности сердечника, с целью полного затекания материала оболочки в его микровпадины и обеспечения надежного сцепления контактных поверхностей оболочки и сердечника.

### Список литературы

1. Огарков Н.Н., Налимова М.В. Прогнозирование шероховатости поверхности биметаллической проволоки в процессе волочения // Современные технологии в машиностроении: Материалы конференции. Пенза, 1998. С. 83-85.
2. Совершенствование процесса волочения высокоточных изделий с особой структурой шероховатости поверхности на основе эластогидродинамической теории. Воронин К.Г., Огарков Н.Н. Конкурс грантов студентов, аспирантов и молодых ученых вузов Челябинской области. Сборник рефератов научно-исследовательских работ аспирантов. Издательство ЮурГУ. Челябинск 2003. С.109-110.
3. Огарков Н.Н., Шеметова Е.С. Оценка устойчивости пластической деформации оболочки при волочении биметаллической проволоки // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И.Носова. 2012. №1 (37). С.31-34.

**Латыпов О.Р.**, канд. техн. наук, ст. препод.,  
**Буренков А.С.**, студ.,  
**Амирова С.А.**, студ. каф.,  
**Мелехин К.Е.**, студ. каф.,  
**Коровченко А.С.**, студ. каф.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ.  
**Вишневский М.А.**, студент  
ФГАОУ ВО «НФ НИТУ МИСиС», г. Новотроицк, РФ

## **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАМИНАРНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГОРЯЧЕКАТАНОЙ ПОЛОСЫ НА ОТВОДЯЩЕМ РОЛЬГАНГЕ**

Процесс охлаждения горячего металлического листа обеспечивают с помощью различных схем подачи воды в виде струй круглого и плоского сечений, включая разбрызгивание воды. Для получения более однородной структуры металла охлаждение, как правило, осуществляется как сверху, так и снизу листа. Наиболее используемыми системами охлаждения являются системы со струями круглого и плоского сечений, так как они существенно эффективнее распылительных систем. Сложность модели охлаждения металлического листа струйными системами вызвана одновременным существованием зон с резко различающимися механизмами охлаждения. Учет этих зон одна из важнейших задач исследования.

В данном исследовании рассмотрены задачи охлаждения струями воды круглого сечения однородного горизонтально расположенного металлического листа с заданной толщиной, скоростью движения и начальной температурой.

Разработана физико-математическая модель, результаты которой позволяют выдавать рекомендации по повышению эффективности систем охлаждения подвижного металлического листа.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (проект № FZRU-2023-0008).*

### Список литературы

1. Определение величины зерна на основе разработанной математической модели системы ламинарного охлаждения полосы ШСГП "2000" / Колдин А.В., Платов С.И., Дема Р.Р., Терентьев Д.В., Латыпов О.Р., Амиров Р.Н. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 67-72.
2. Колдин А.В., Платонов Н.И., Семенов В.П. Исследование теплообмена в подвижном металлическом листе при струйном охлаждении // Известия Челябинского государственного университета. 2008. № 25. Физика. Вып. 3. С. 60-67.
3. Применение нейронных сетей для моделирования энергосиловых параметров клеток чистовой группы НШСГП 2000 ОАО "ММК" / Амиров Р.Н., Дема Р.Р., Лукьянов С.И., Ярославцев А.В., Мартынова У.Д. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. № 2 (38). С. 102-103.

**Колдин А.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Амиров Р.Н.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Мелехин К.Е.**, студ.,  
**Амирова С.А.**, студ.,  
**Коровченко А.С.**, студ.,  
**Буренков А.С.**, студ.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛЬНЫХ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ПОЛОС**

С целью повышения точности расчетов математической модели ламинарного охлаждения полосы, создана база данных теплофизических коэффициентов сталей на основе анализа открытых источников. На основе статистического анализа выявления взаимосвязи между теплофизическими свойствами различных марок сталей определены регрессионные зависимости, которые позволяют подбирать теплофизические коэффициенты сталей: удельная теплоемкость Дж/(кг·К), теплопроводность Вт/(м·К) и плотность кг/м<sup>3</sup>.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-00808, <https://rscf.ru/project/23-29-00808>*

### Список литературы

1. Определение величины зерна на основе разработанной математической модели системы ламинарного охлаждения полосы ШСГП "2000" / Колдин А.В., Платов С.И., Дема Р.Р., Терентьев Д.В., Латыпов О.Р., Амиров Р.Н. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 67-72.
2. Колдин А.В., Платонов Н. И. Исследование теплообмена в поверхностном слое металла при натекании жидкой струи // Теплоэнергетика. 2008. № 3. 2008. С. 37-40
3. Колдин А.В. Теплообмен при струйном охлаждении движущегося металлического листа : дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2012. 135 с.
4. Колдин А.В., Платонов Н.И., Семенов В.П. Исследование теплообмена в подвижном металлическом листе при струйном охлаждении // Вестник Челябинского государственного университета. 2008. № 25. Физика. Вып. 3. С. 60-67.
5. Применение нейронных сетей для моделирования энергосиловых параметров клеток чистовой группы НШСГП 2000 ОАО "ММК" / Амиров Р.Н., Дема Р.Р., Лукьянов С.И., Ярославцев А.В., Мартынова У.Д. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. № 2 (38). С. 102-103.

**Колдина А.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Амиров Р.Н.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Латыпов О.Р.**, канд. техн. наук, ст. препод.,  
**Харченко М.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ,  
**Вишневецкий М.А.**, студент  
 ФГАОУ ВО «НФ НИТУ МИСиС», г. Новотроицк, РФ

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ ЛИНИИ УСКОРЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГОРЯЧЕКАТАНОЙ ПОЛОСЫ**

Проведен анализ текущего состояния первой группы ламинарного охлаждения полосы (СЛОП№1) ПАО «ММК», в ходе которого были обозначены несоответствия действующей системы охлаждения технологической инструкции (ТИ) стана. На основе разработанной математической модели СЛОП№1 определены рациональные параметры конструкции коллекторов (см. таблица).

Рассчитанные параметры конструкции коллекторов СЛОП№1

Число сопел	54 (два ряда по27)
Внутренний диаметр сопел, мм	19
Расстояние между соплами в ряду, мм	39
Расстояние между рядами, мм	401 (тип А), 401(тип А (р)), 494(тип Б)

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (проект № FZRU-2023-0008).*

### Список литературы

1. Определение величины зерна на основе разработанной математической модели системы ламинарного охлаждения полосы ШСГП "2000" / Колдин А.В., Платов С.И., Дема Р.Р., Терентьев Д.В., Латыпов О.Р., Амиров Р.Н. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 67-72.
2. Колдин А.В., Платонов Н.И., Семенов В.П. Исследование теплообмена в подвижном металлическом листе при струйном охлаждении // Вестник Челябинского государственного университета. 2008. № 25. Физика. Вып. 3. С. 60-67.
3. Применение нейронных сетей для моделирования энергосиловых параметров клетей чистовой группы НШСГП 2000 ОАО "ММК" / Амиров Р.Н., Дёма Р.Р., Лукьянов С.И., Ярославцев А.В., Мартынова У.Д. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. № 2 (38). С. 102-103.



**Терентьев Д.В.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Звягина Е.Ю.**, доц. техн. наук, профессор,  
**Керимова Л.Ф.**, зав. лабораторией,  
**Янтурина Д.И.**, студ.,  
**Прокопенко А.А.**, студ.,  
**Петроченко С.А.**, студ.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **НАНЕСЕНИЕ ПОЛИМЕРА НА ПОВЕРХНОСТЬ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Для повышения срока службы валков предложено наносить на их шлифованные рабочие поверхности износостойкое однослойное покрытие из полимерного антифрикционного материала (например, фторопласта) или двухслойное покрытие (например, «медь - полимер»).

Технический эффект заключается в уменьшении коэффициента трения до уровня полужидкостного ( $f=0,01-0,05$ ) и упрочнении поверхностного слоя валков.

Анализ результатов промышленных экспериментов показал, что износ валков, подвергнутых обработке вращающимися металлическими щетками с нанесением покрытия из фторопласта, в 1,7-1,9 раза ниже, чем износ валков, обработанных без плакирования.

Использование данного способа позволило увеличить межперевалочный период опорных валков чистой группы клетей в два раза, сократить простой, увеличить производительность прокатного стана и снизить расход валков.

### Список литературы

1. Platov S.I., Dema R.R., Latypov O.R., Belevskii L.S., Levantsevich M.A., Zotov A.V., Pilipchuk E.V., Urtsev N.V. Study of metal coatings deposited by rotating wire tool // *Steel in Translation*. 2020. Vol. 50. No. 12. P. 911-915.
2. Basiyuk V.L., Vityaz P.A., Levancevich M.A., Grigorovich K.V., Platov S.I., Terentyev D.V., Kharchenko M.V., Dema R.R., Rubanik V.V. Effect of the processing method on the microtopography of rough layers and on oil absorption by friction surfaces // *Journal of Friction and Wear*. 2021. Т. 42. № 4. С. 246-255.
3. Испытания покрытий на муфтонаверточной машине, полученных фрикционным плакированием / Белевский Л.С., Ефимова Ю.Ю., Дема Р.Р., Платов С.И., Григорович К.В., Витязь П.А., Басинюк В.Л., Леванцевич М.А., Девятерикова Н.А. // *Тяжелое машиностроение*. 2021. №7-8. С. 39-44.

**Жолудев А.Н.**, магистрант,  
**Мальков А.Э.**, магистрант,  
**Расчупкина Т.В.**, ассистент,  
**Спирidonов Д.В.**, магистрант,  
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург, РФ

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ МАТЕРИАЛА НА ПРОЧНОСТЬ В СОСУДАХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

В рамках данной работы был произведен расчет стенки сосуда с закрепленным в ней патрубком в условиях ползучести с целью сравнения расчетных данных с экспериментальными. Для расчета был выбран узел сосуда высокого давления. Данный узел представляет собой участок крепления штуцера к обечайке. Это соединение представляет интерес для расчета, так как в рабочих условиях в нем возникают высокие напряжения при высокой температуре, что приводит к возникновению ползучести.

### Список литературы

1. Бруйка В.А. Инженерный анализ в Ansys Workbench: учебное пособие. Часть 1. 2010.
2. Диков А.С. Influence of the Test Temperature on the Creep Rate of 0.12C18Cr10NiTi Structural Steel Irradiated in the BN-350 Reactor, 2016.
3. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: Справочник
4. Павлов А. С. Решение задач механики деформируемого твёрдого тела в программе ANSYS [Текст]: практикум [для вузов] / А. С. Павлов; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Изд. 2-е, испр. и доп. СПб.: [б. и.], 2020
5. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок ПНАЭ Г-7-002-86

Платов С.И., д-р техн. наук, проф.,

Урцев Н.В., аспирант,

Масленников К.Б., аспирант,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Потребительские свойства сталей определяются фазовым и структурным состоянием, формирующимся в процессе термомеханической обработки. Ключевой задачей производителя горячекатаного проката является выбор режима контролируемой прокатки и термической обработки, который при определенном химическом составе обеспечивает достижение необходимого фазового и структурного состояния. Теплоемкость  $\alpha$ -Fe  $c(T)$  имеет пик при температуре Кюри  $T = 1043$  К, связанный с появлением магнитного порядка при охлаждении. Теплоемкость  $\gamma$ -Fe в интервале 400...1200 К представляет собой монотонно возрастающую с температурой почти линейную функцию. В температурной области перлитного и бейнитного превращений ( $T < 820$  К) различие теплоемкостей  $\gamma$ -Fe и  $\alpha$ -Fe незначительно.

Теплопроводность железа и углеродистой стали  $\chi(T)$  убывает с повышением температуры. Однако, при существенном легировании Сг и Ni теплопроводность может приобрести характер возрастающей функции температуры.

В рамках работы получены зависимости для коэффициента температуропроводности  $\gamma$  и  $\alpha$  фаз, хорошо согласующиеся с известными справочными данными для температуропроводности углеродистых сталей. Тепловой эффект превращения представляет собой разность энтальпий образования исходной фазы и продуктов превращения. Его величина зависит от типа превращения (ферритное, перлитное, бейнитное, мартенситное) в связи с возникновением различных продуктов превращения. Кроме того, тепловой эффект превращения зависит от температуры даже при протекании превращения одного типа. Это связано с тем, что внутренние энергии всех фаз зависят от температуры и состава, причем температурная зависимость энергии феррита определяется, прежде всего, возрастанием ближнего магнитного порядка при охлаждении.

При охлаждении от 1200 К до 800 К тепловой эффект  $\gamma$ - $\alpha$  превращения возрастает на порядки, поэтому зависимостью  $\Delta Q(T)$  в этом интервале температур пренебрегать нельзя. В то же время, при  $T < 800$  К, то есть в интервале температур перлитного и бейнитного превращений, разность энтальпий  $\gamma$  и  $\alpha$  фаз остается примерно постоянной. Однако в этом случае необходимо учитывать, что перлитное и бейнитное превращение сопровождаются выделением цементита, который может вносить существенный вклад в тепловой эффект превращения. Градиент температуры вблизи поверхности заготовки определяется как поток тепла через поверхность, который содержит в себе излучение Стефана–Больцмана и конвективный вклад. Величина коэффициента теплопередачи  $k$  определяется процедурой теплоотвода с поверхности. При охлаждении стальной заготовки водой значения  $k$  достаточно велики, в соответствии с чем конвективный теплоотвод становится доминирующим, а излучением Стефана–Больцмана можно пренебречь. В рамках работы установлено, что вклад излучения можно считать пренебрежимо малым, если  $k = 100$  Вт/(К·м<sup>2</sup>), что соответствует охлаждению из высокотемпературного состояния со скоростью  $\sim 80$  град/с. Дано обоснование выбора граничных условий, определяющих скорость отвода тепла на стадии неперывного охлаждения.

**Бондаренко А.В.**, студент

**Карпов А.А.**, студент

**Коробко Т.Б.**, канд. техн. наук, доц. каф. ОМДМ  
ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ШТАМПА ДЛЯ ВЫТЯЖКИ

В современных условиях развития экономики основной задачей промышленности является получение конкурентоспособной продукции. Решению этого вопроса способствует разработка высокоэффективных ресурсосберегающих технологий. В машиностроительной, горной, металлургической и других отраслях промышленности применяются различного типа полые изделия, полученные вытяжкой. К ним относятся всевозможные цилиндры, наконечники на силовую кабель, а также осесимметричные гофрированные профили, которые невозможно получить однопереходной вытяжкой. Совершенствование процессов вытяжки направлено на сокращение количества переходов, обеспечение геометрической точности и увеличение производительности. Поэтому разработка новых технологий вытяжки осесимметричных изделий является актуальной задачей, имеющей научный и практический интерес. Попытки получить, более высокие детали успеха не имели, так как растягивающие напряжения, возникающие в стенке, возрастают и происходит отрыв дна. Поэтому процесс вытяжки разделяют на несколько переходов, позволяющих уменьшить радиальные растягивающие напряжения в стенках вытягиваемой детали, что экономически не выгодно. Чрезмерное увеличение ширины фланца заготовки для повышения степени вытяжки приводит к возрастанию сил трения между прижимом, заготовкой и матрицей. При этом силы трения значительно увеличиваются, а это даже при наличии смазки приводит к разрушению металла. Уменьшить влияние трения заготовки о поверхности штампа путем замены трения скольжения на трение качения является целью данной работы.

Для этого был спроектирован и изготовлен универсальный штамп с поворотными дисками. Разработанный штамп позволяет за счет изменения его конфигурации и подбора параметров и амплитуды гофров получать изделия с большей величиной относительной высоты ( $H/D > 0,8$ ) при меньшем коэффициенте вытяжки, уменьшить их разнотолщинность, а также сократить число переходов вытяжки до одного. Конструкция штампа позволяет производить быструю замену средней части цельнометаллической матрицы на матрицу с поворотными дисками, производить замену поверхности прижима в зависимости от формы набираемого во фланец металла (плоский или гофрированный). Штамп устанавливался на гидравлический пресс модели П125, номинальным усилием 1,25 мН с гидравлическим торсионным типом силоизмерителя. В качестве материалов применялся мягкий алюминий марки А3, толщиной 2 – 5 мм, который перед вытяжкой отжигался при температуре 340°C с выдержкой 40 мин. Исследования проводились на листовых и предварительно профилированных заготовках. Изделия вытягивались одного диаметра. Были построены зависимости и их сравнение показывает, что при вытяжке в штампе с поворотными дисками экспериментальная кривая смещена ближе к расчетной по сравнению с теоретической, что позволяет интенсифицировать процесс вытяжки и отказаться от вытяжки с утонением.

**Ахматзянов А.А.**, магистрант  
**Абзаев Р.С.**, заведующий учебной лабораторией каф. ИТМ ПНИПУ  
**Макаров В.Ф.**, д-р техн. наук, профессор  
ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, РФ

## **РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ УСКОРЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ**

Проблемы импортозамещения режущего инструмента на различных машиностроительных предприятиях и на предприятиях авиационной, ракетно-космической и оборонной техники с каждым годом становятся все более актуальными. Здесь большое значение имеет введение экономических санкций зарубежными странами, ограничивающих поставки импортного режущего инструмента, который занимает до 80...90 % объема поставок на большинство российских машиностроительных предприятий для оснащения современных дорогостоящих импортных обрабатывающих центров и станков с числовым программным управлением.

Поэтому рассмотрение проблем импортозамещения и нахождение путей и способов замены на полноценный отечественный инструмент является сегодня важной актуальной задачей для российского машиностроения.

В связи с этим в стране проводятся многочисленные сравнительные испытания отечественных и импортных инструментов по различным методикам[1,2].

В работе проведены сравнительные комплексные исследования конструкции, марки инструментальных материалов режущих пластин различных ведущих зарубежных и отечественных фирм, режимов резания на изменение физических параметров резания при точении конструкционных углеродистых и нержавеющей сталей. Для этого выбраны четыре наиболее известных зарубежных производителей режущих пластин для токарной обработки и отечественный производитель аналогичных режущих пластин.

Для сравнительных экспериментальных исследований использовался специально разработанный в ПНИПУ компьютерный центр диагностики процесса резания.

### Список литературы

1. Безъязычный, В.Ф., Фоменко, Р.Н., Ятманова, Т.Д. Разработка экспериментального стенда для определения эффективных режимов механической обработки резанием // Научные технологии на современном этапе развития машиностроения: материалы 8 МНТК 19-21 мая 2016 г. М.: Техполиграфцентр, 2016. С. 25-27.
2. Диагностика и сертификация металлорежущего оборудования: учеб. пособие / М.П. Козочкин и др. М.: Инновационное машиностроение, 2017. 240 с.

**Нескоромный С.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,  
г. Ростов-на-Дону, РФ

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ПРИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТЕРМОСИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Применение неразъемных соединений разнотолщинных конструкций из цветных разнородных сплавов сопряжено с технологическими трудностями, заключающимися в формировании благоприятной структуры, зависящей от параметров режимов сварки.

При сварке разнотолщинных соединений (панели с крепежными элементами (фланцы с направляющими, виброопоры полуприцепов) необходимо учитывать условия теплоотвода.

Наиболее целесообразно ограничить потери тепла путем локального воздействия на зону соединения с формированием соединения в твердой фазе [1]. Но даже применяемые импульсные способы сварки с накоплением энергии в батареях конденсаторов зачастую не удастся обеспечить твердофазное взаимодействие [2].

Применение супержестких режимов электро-магнитно-импульсного воздействия позволяет минимизировать вероятность возникновения неблагоприятной структуры (интерметаллидных фаз) за счет локализации теплового и силового воздействия, а также их синхронизации [3].

Регистрацию процесса высоковольтной конденсаторной сварки (ВКС) из разнородных сплавов осуществляли цифровым запоминающим осциллографом АК ИП 4126/ 1А с бесконтактным датчиком поясом Роговского, делителем напряжения. Регистрацию температуры осуществляли пирометрическим методом.

Немаловажное значение имеет реализация высоковольтной конденсаторной сварки на прямой или обратной полярности.

Энергодисперсионный анализ экспериментальных образцов из сплавов Л63 с АМг2,5 показал отсутствие диффузии алюминия и магния в латунный сплав и меди с цинком в алюминийевый. Полученные образцы характеризуются переходной зоной, ширина которой зависит от полярности (прямая, обратная) и содержит смесь химических элементов свариваемых сплавов [4].

### Список литературы

1. Каракозов Э.С. Соединение металлов в твёрдой фазе. М.: Металлургия, 1976. 264 с.
2. Конюшков Г.В., Мусин Р.А. Специальные методы сварки давлением // Изд. Ай Пи Эр Медиа, 2009. 632 с.
3. Пат. 70839 РФ, МПК<sup>7</sup> В23К 20/06. Устройство для ударной конденсаторной сварки стержневых деталей с плоским основанием / С.В. Нескоромный Е. Л. Стрижаков. – № 2007130908/22; Заявл. 13.08.07; Опубл. 20.02.2008. Бюл. № 5.
4. Нескоромный С.В. Формирование фазово-структурного состояния в зоне соединения разнородных материалов при высокочастотной конденсаторной сварке // Сварка и диагностика. 2018. № 4. С. 53-57.

**Ведерников В.В.**, слесарь механосборочных работ механосборочного участка механического цеха,  
ООО «Механоремонтный комплекс», г. Магнитогорск, РФ

## **ВЫЖИГАНИЕ СЛОМАННЫХ МЕТЧИКОВ ПОРТАТИВНЫМ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫМ ЭКСТРАКТОРОМ**

Экстрактор портативный с перемещающимся шпинделем предназначен для локального удаления сломавшихся в отверстиях метчиков и сверл без повреждения обрабатываемой детали (см. рисунок). В основе работы станка лежит принцип электроэрозии. В качестве электрода используется любой латунный стержень нужного диаметра. Станок способен удалять инструмент, выполненный как из быстрорежущей стали, так и твердого сплава.



Принцип действия экстрактора портативного с перемещающимся шпинделем

### Список литературы

1. Электроэрозия в металлообработке / [Электронный ресурс] // Инструмент для металлообработки в CNCMagazine : [сайт]. URL: <https://cncmagazine.ru/oborudovanie/elektroerozionnoe-oborudovanie-ru/ekstraktor-elektroerozionnyu-portativnyu-edm-8c/>
2. Попов И.С., Железняков Д.А. Электроэрозионная обработка как один из перспективнейших методов обработки металла // Наука молодых - будущее России. Курск : ЗАО «Университетская книга», 2018. С. 124-133.

## **Секция «Развитие теории и технологии процессов обработки металлов давлением»**

УДК 519.8

**Кинзин Д.И.**, доцент кафедры ТОМ,  
**Левандовский С.А.**, доцент кафедры ТОМ,  
**Тулупов О.Н.**, профессор кафедры ТОМ,  
**Моллер А.Б.**, заведующий кафедрой ТОМ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### **РАЗВИТИЕ НАПРАВЛЕНИЯ «ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ» В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Цифровых двойники (ЦД или Digital Twins (DT)) в современном промышленном предприятии могут выполнять следующие функции: использование современных подходов на стадии сбора данных о состоянии оборудования (уровень 0 автоматизации и промышленный интернет вещей), умная интеграция данных на разных уровнях автоматизации (0-3 уровня) с первичной их обработкой и подготовкой, обработка больших данных (в т.ч. нейросетевой анализ и инструменты предиктивной аналитики), визуализации состояний и расчётных параметров и, как синергетическая функция – помощь в принятии решений различных промышленных задач. Наибольшее распространение получили ЦД систем (в том числе процессов) и компонентов (в том числе оборудования). В зависимости от поставленных для решения задач выделяют разнообразную степень детализации моделируемых процессов.

Мы рассмотрим ЦД технологических процессов в качестве примера. Современная классификация предусматривает существование: ЦД-прототипа, ЦД-экземпляра и агрегированного ЦД.

Так же стоит отдельно отметить условную классификацию ЦД в зависимости о наличия у них возможности получения информации напрямую из промышленных систем (например, АСУТП) – оффлайн и онлайн ЦД.

Большая часть разработанных ЦД для промышленных предприятия — это инструменты для помощи в принятии решений, однако существуют отдельные решения, где ЦД даются полностью формирования управляющего воздействия на технологическую систему – в этом смысле они становятся частью АСУТП.

Из перспектив развития можно выделить три блока направлений: автоматизацию и более существенная детализация при сборе первичных данных, обработку накопленной информации и принятие решений об управляющем воздействии на систему (как в режиме советчика (оффлайн), так и в режиме прямого управления (онлайн)).

#### **Список литературы**

1. Моллер А.Б., Тулупов О.Н., Левандовский С.А., Целиканов Д.Ф. Совершенствование линии ускоренного охлаждения катанки с использованием цифровой модели процесса // Черные металлы. 2022. № 6. С. 29-34.
2. Левандовский С.А., Особенности создания, использования и перспективы развития цифровых двойников технологических процессов прокатного производства // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы 80-й международной научно-технической конференции. 2022. С. 227.
3. Моделирование процесса воздушного охлаждения катанки / Ишметьев М.Е., Тулупов О.Н., Моллер А.Б., Левандовский С.А., Целиканов Д.Ф., Шахидов А.Р. // Моделирование и развитие процессов ОМД. 2022. № 1 (34). С. 9-13.



**Левандовский С.А.**, доцент кафедры ТОМ,  
**Кинзин Д.И.**, доцент кафедры ТОМ,  
**Тулупов О.Н.**, профессор кафедры ТОМ,  
**Моллер А.Б.**, заведующий кафедрой ТОМ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ (VR) И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ (AR) ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МЕТАЛЛУРГИИ И ОБУЧЕНИЯ**

Технологии виртуальной (Virtual Reality – VR) и дополненной реальности (augmented reality – AR) последние десятилетия получают активнейшее развитие и распространение. Широкое использование этих технологий делает их всё более и более доступными.

Рассмотрим области их применения в металлургии и обучении (технических специалистов).

Стоит выделить несколько значимых направлений применения этих технологий в металлургической отрасли:

- обучение специалистов до начала работ на предприятии,
- обучение специалистов непосредственно на рабочих местах с погружением в технологию производства,
- обучение в формате переподготовки или повышения квалификации как с возможностью находится вблизи технологического процесса, так и без таковой,
- визуализация различных технологических процессов с различной степенью детализации и для решения разнообразных задач (от BIM решений до промышленного туризма),
- специфические области применения, например, такие как, дистанционного сопровождение и профессиональный консалтинг.

Стоит отметить существенные различия в этих технологиях: VR – полная замена реальности на виртуальных аналог, AR – дополнения существующей картины реальности новыми данными и возможностями взаимодействия.

В 2023-2024 года ожидается выход на рынок массового потребителя комбинированных решений – смешанной реальности (mixed reality – MX), которая совмещает в себе преимущества виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR), однако требует для своей реализации более совершенных и современных технологических решений в области информационных технологий: обработки больших данных, активное использование крупнейших кластеров нейросетевого анализа, использование нейропроцессорных технологий в актуальной электронике и т.п. Всё это безусловно займёт своё место и в металлургической отрасли.

### **Список литературы**

1. Левандовский С.А., Особенности создания, использования и перспективы развития цифровых двойников технологических процессов прокатного производства // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы 80-й международной научно-технической конференции. 2022. С. 227.
2. Ишметьев М.Е., Левандовский С.А. Внедрение технологии цифровых двойников в промышленность на примере стана 170 ПАО "ММК" // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции. 2021. С. 214.

**Ватлашева Н.В.**, магистрант,  
ФГБОУВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОБЗОР КОНЦЕПЦИИ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА СТАНА 170 ПАО «ММК»**

В основе концепции построения лежат два базовых блока – данные (отражающие реальное/текущее состояние моделируемой системы) и динамическая модель. На основе этих элементов строится цифровой двойник, который может служить инструментом для проведения численных экспериментов, наглядного представления и анализа данных.

В промышленности областей применения создаваемых цифровых двойников технологических процессов достаточно много. С их помощью можно: понимать, как работает технологический процесс и что может пойти не так при его реализации, анализировать состояние оборудования, прогнозировать качество готовой продукции и т.п.

Наличие цифрового двойника прокатного стана 170 ПАО «ММК» позволит:

- накапливать полезную технологическую информацию: сведения с уровня 0 автоматизированной системы управления, факты, описание событий и закономерностей;

- выявлять технологические проблемы и определять пути их решения;

- оценивать состояние процесса и находить пути по его совершенствованию.

На сегодняшний день имеется успешный опыт разработки и реализации цифрового двойника линии ускоренного воздушного охлаждения стана 170 ПАО «ММК» и поставлена амбициозная задача создания, адаптации и пуска в эксплуатацию цифрового двойника всего прокатного стана от склада заготовок до склада готовой продукции.

### Список литературы

1. Левандовский С.А. Особенности создания, использования и перспективы развития цифровых двойников технологических процессов прокатного производства // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы 80-й международной научно-технической конференции. 2022. С. 227.

2. Моделирование процесса воздушного охлаждения катанки / Ишметьев М.Е., Тулупов О.Н., Моллер А.Б., Левандовский С.А., Целиканов Д.Ф., Шахидов А.Р. // Моделирование и развитие процессов ОМД. 2022. № 1 (34). С. 9-13.

3. Ишметьев М.Е., Левандовский С.А. Внедрение технологии цифровых двойников в промышленность на примере стана 170 ПАО "ММК" // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции. 2021. С. 214.

4. Этапы внедрения цифрового двойника прокатных станов на промышленных предприятиях / Левандовский С.А., Ишметьев М.Е., Моллер А.Б., Тулупов О.Н. // Современные проблемы и перспективы развития науки, техники и образования: материалы I Национальной научно-практической конференции. 2020. С. 966-968.

*Под руководством Левандовского С.А., доцента кафедры ТОМ, ФГБОУВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Вдовцева А.А.**, магистрант,  
**Левандовский С.А.**, доцент кафедры ТОМ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОКАТА НА СТАНЕ 170 ПАО «ММК» В ЧАСТЯХ: НАГРЕВА, ПРОКАТКИ, РЕЗКИ И ОХЛАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛА**

Применение цифровых двойников (ЦД) представляется перспективным при разработке и совершенствовании сортовых станов, как одних из наиболее сложных агрегатов металлургического производства.

Формирование структуры цифрового двойника стана 170 является начальным этапом создания ЦД. Необходима разработка структуры цифрового двойника на основе математического моделирования основных физических явлений, сопровождающих процесс производства проката:

1. Формоизменение металла при прокатке;
2. Нагрев заготовки в печи стана;
3. Износ прокатных валков;
4. Охлаждение и нагрев раската в линии стана;
5. Упругая деформация валкового узла;
6. Оценка вероятности аварийных и внештатных ситуаций;
7. Порезка концов раската.

Цифровой двойник должен представлять собой динамическую модель процесса производства с возможностью моделирования кампаний прокатки. В цифровом двойнике должны быть реализованы: 3D визуализация основного технологического оборудования, связь с валковым хозяйством, прогноз аварийных ситуаций, основные операции управления станом.

На основе моделирования в цифровом двойнике должны быть выявлены технологические и технические резервы оборудования, а также разработаны решения и мероприятия, обеспечивающие улучшение качества продукции и повышающие эффективность производства проката на стане 170.

### Список литературы

1. Ишметьев М.Е., Тулупов О.Н., Моллер А.Б., Левандовский С.А., Целиканов Д.Ф., Шахидов А.Р. Моделирование процесса воздушного охлаждения катанки // Моделирование и развитие процессов ОМД. 2022. № 1 (34). С. 9-13.

2. Ишметьев М.Е., Левандовский С.А. Внедрение технологии цифровых двойников в промышленность на примере стана 170 ПАО "ММК" // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции. 2021. С. 214.

3. Левандовский С.А., Ишметьев М.Е., Моллер А.Б., Тулупов О.Н. Этапы внедрения цифрового двойника прокатных станов на промышленных предприятиях // Современные проблемы и перспективы развития науки, техники и образования. Материалы I Национальной научно-практической конференции. 2020. С. 966-968.

**Баранов Н.А.**, аспирант, инженер НИС МГТУ им. Г.И. Носова, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ, ПРОИЗВОДИМОЙ В УСЛОВИЯХ МЕЛКОСОРТНО-ПРОВОЛОЧНОГО СТАНА**

Задачами автоматизации производства являются: оптимизация режимов работы оборудования, избавление от ручного регулирования, эффективное управление мощностью агрегатов и установок на основе использования управляющих ЭВМ, измерительных и исполнительных и других устройств, совокупность которых может образовывать различные уровни АСУТП. В данной работе уделяется внимание рекомендациям для потенциального снижения вероятности травматизма и по совершенствованию работы стана 170 ПАО «ММК» с целью повышения качества производимой продукции.

В настоящее время процедуру зачистки калибров проводит вальцовщик стана горячей прокатки, и она входит в состав опасных технологических операций. Изготовление устройства, которое сможет заменить вальцовщика позволит исключить опасность данной операции.

Конструктивной особенностью, реконструированной линией конвейера воздушного охлаждения является специальный механизм ручного регулирования положения дефлекторов (заслонок) внутри диффузоров. Рекомендуется установка автоматизированной системы сервоприводов для регулировки угла заслонок и привязка её управления к системе OWS (operator work station – пост оператора стана).

### Список литературы

1. Реконструкция линии воздушного охлаждения мелкосортного стана с целью снижения производственных издержек / Саранча С.Ю., Левандовский С.А., Моллер А.Б. и др. // Сталь, 2017. № 5. С. 38–42.
2. Тулупов О.Н., Моллер А.Б. Эволюция методологического подхода к моделированию процессов сортовой прокатки в МГТУ им. Г.И. Носова. // Сталь, 2014. № 4. С. 25–34.
3. Обеспечение равномерности механических свойств катанки 5,5-6,5 мм из стали марок 70-75 / Моллер А.Б., Левандовский С.А., Назаров Д.А., Баранов Н.А., Ишметьев М.Е. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Metallurgy, 2022. Т. 22. № 3. С. 48-56.
4. Саранча С.Ю., Моллер А.Б. Разработка и внедрение информационных технологий в сортопрокатное производство: оптимизация алгоритмов раскроя // Сталь. 2014. № 11. С. 35-38.
5. Повышение степени автоматизации сортопрокатного производства / Саранча С.Ю., Моллер А.Б., Левандовский С.А., Моллер Т.Ю. // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2014. Т. 2. № 3. С. 51-54.

*Под руководством Тулупова О.Н., д-ра техн. наук, профессора каф. ТОМ, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Пустовойтов Д.О.**, канд. техн. наук

**Носов Л.В.**, аспирант

**Котвицкий Н.А.**, магистрант,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ЛИСТОВ ИЗ СТАЛИ МАРКИ 08Ю ПРИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ИНКРЕМЕНТАЛЬНОЙ ФОРМОВКЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Выполнено исследование механического поведения листов из стали марки 08Ю при роботизированной инкрементальной формовке изделий различной геометрической сложности и размеров (полусфера, цилиндр, усеченный конус, усеченная пирамида, полусфера + полусфера, полусфера + цилиндр и др.). Инкрементальная формовка осуществлялась с использованием 6-осевого промышленного робота KUKA KR 160 R1570 папо лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова». Максимальная грузоподъемность робота KR 160 R1570 папо составляет 160 кг, а радиус действия – 1573 мм. Робот оснащен контроллером, который обеспечивает полное управление автоматизированной системой позиционирования, а также дополнительным оборудованием. Инкрементальную формовку проводили с использованием смазки на контакте деформирующего инструмента с листовой заготовкой. Определены закономерности влияния технологических параметров (тип смазки, диаметр инструмента 5...10 мм, траектория движения инструмента (послойная, построчная, комплексная, построчная оптимизированная, 3D контур, 3D смещение, 3D спираль), скорость подачи инструмента 500...5000 мм/мин, шаг подачи инструмента 1...20% от диаметра пуансона) на деформационное поведение листовой заготовки, в том числе, имеющей различные механические свойства (градиентные) по толщине. Установлены причины образования различных дефектов (трещин, разрывов, характерных «дорожек» инструмента и др.). Определены оптимальные параметры процесса роботизированной инкрементальной листовой формовки, обеспечивающие высокое качество поверхности и заданные геометрические характеристики металлических изделий различной геометрической сложности и размеров.

*Исследование выполнено за счет гранта РНФ (№ 22-49-02041 от 09.03.2022 г.).*

### Список литературы

1. Кривошеин В.А., Анцифилов А.А., Майстров Ю.В. Перспективы использования технологий инкрементальной формовки в современном производстве // Известия вузов. Машиностроение. 2014. №11 (656). С. 84-89.
2. A Comparative Investigation of Conventional and Hammering-Assisted Incremental Sheet Forming Processes for AA1050 H14 Sheets / Shahare H.Y., Dubey A.K., Kumar P., Yu H., Pesin A., Pustovoytov D., Tandon P. // Metals. 2021. №11, 1862. P. 1-17.

**Ишметьев М.Е.**, аспирант каф. ТОМ,  
**Тулупов О.Н.**, д-р техн. наук, профессор каф. ТОМ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЧИСТОВОЙ ПРОКАТКИ КАТАНКИ**

В связи с экономической ситуацией в мире на металлургических предприятиях России стремятся снизить себестоимость производства продукции, выявить и использовать технологические резервы существующего оборудования, а также повысить эксплуатационные свойства готовых изделий. Также требования к качеству металлопродукции ужесточаются по мере развития технологий в целом.

В 2020-2021 гг. специалистами МГТУ им Г.И. Носова была разработана претеча цифрового двойника стана «170» ПАО ММК – цифровой двойник линии воздушного охлаждения стана с применением математического моделирования. В 2023-2025 гг. запланирована работа по разработке цифровых двойников для оставшихся технологических операций, в том числе и процесса прокатки в чистовом десятиклетевом блоке стана.

Для начала разработки математической модели необходимо выбрать переменные и определить связи между ними. При этом модель не должна быть перегружена. На сегодняшний день концептуальная математическая модель чистовой прокатки в одной клетке на стане «170» содержит до 15 переменных, из которых 6 являются независимыми: начальные толщина и ширина раската, начальная температура металла, марка стали проката, материал прокатных валков и скорость прокатки. Связи между величинами могут быть выражены не только через известные формулы, но и через соответствие коэффициентов. Ведётся работа по созданию математической модели и, в будущем, могут добавлены новые переменные и ограничения.

Разработка данной математической модели и её внедрение в цифровой двойник стана «170» позволит создавать новые или корректировать имеющиеся режимы прокатки катанки, что в свою очередь может повысить конкурентоспособность производимого металлопроката.

### **Список литературы**

1. Логинов, Ю. Н., Постыляков А. Ю. Анализ деформаций медной катанки при чистовом проходе горячей прокатки // Кабели и провода. 2015. № 3(352). С. 19-22.
2. Румянцев, М. И., Завалицин А. Н. Некоторые вопросы моделирования и оценивания результативности при проектировании технологий производства проката // Моделирование и развитие процессов ОМД. 2019. № 4(31). С. 29-37.

**Назаров Д.А.**, инженер НИС,  
**Целиканов Д.Ф.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **УСКОРЕННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ПРОКАТА В ЛИНИИ СТАНА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ С ОДНОВРЕМЕННЫМ СНИЖЕНИЕМ ЛЕГИРОВАНИЯ**

В настоящее время производство фасонного проката сопровождается двумя основными проблемами.

Первая из них – это наличие на профилях, особенно несимметричного сечения, местного и/или общего искривления формы и даже размеров. Это связано с окончательным охлаждением металла после прокатки или на холодильнике в двухфазовой области – в межкритическом ( $\gamma \rightarrow \alpha$ ) интервале температур (МКИТ), в котором и возникают растягивающие внутренние напряжения и вызывающие искривление раскатов.

Вторая проблема заключается в высокой температуре окончания прокатки, которая формирует крупное зерно аустенита и наследственно крупное действительное ферритно-перлитное зерно, что обуславливает крайне низкие значения предела текучести и отношения пределов текучести и прочности металла фасонных профилей, которые зачастую ниже требований НД и такой металл забраковывается. Методы снижения размеров действительного зерна заключаются в понижении температуры конца прокатки, что в большинстве случаев ограничивается энергосиловыми возможностями установленного оборудования, и ускоренном охлаждении раскатов после окончания деформирования профилей с использованием форсуночных устройств водяного охлаждения и процесса прерванной или прерывистой закалки с прокатного нагрева с самоотпуском.

Рассмотрена принципиальная возможность применения установки упрочнения сложных симметричных и несимметричных фасонных профилей в условиях стана 450 ПАО «ММК» методом термического воздействия с использованием интенсивного водяного охлаждения. Для этого проведено математическое моделирование процесса охлаждения прокатываемых профилей различных размеров из сортамента стана. По итогам моделирования можно утверждать о наличии тенденции к формированию прочностных свойств и выявлена её динамика.

### Список литературы

1. Совершенствование и развитие теоретических подходов и практических решений в моделировании горячей прокатки сортовых профилей и формировании качества продукции / Тулупов О.Н., Моллер А.Б., Кинзин Д.И., Левандовский С.А., Тулупова Н.А., Саранча С.Ю. // Моделирование и развитие процессов ОМД. 2016. № 22. С. 3-27.

*Под руководством Моллера А.Б., доктора техн. наук, профессора каф. ТОМ, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Шушарин Т.А.**, магистрант кафедры ТОМ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СПОСОБЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДЕФЕКТА БЕЛАЯ РЖАВЧИНА НА ПРОКАТЕ С ЦИНКОВЫМ ПОКРЫТИЕМ**

На сегодняшний день, одним из самых важных вопросов обеспечения качества поверхности листового ГЦ-проката является сохранность при транспортировке с завода изготовителя и хранении у заказчиков металлопродукции с целью предотвращения дефекта белая ржавчина.

Белая ржавчина представляет собой смесь оксида цинка с гидроксидом и водорастворимых солей, которые и дают характерный белый оттенок.

По своей природе цинк является «реактивным» материалом и легко подвергается коррозии при воздействии влаги во время транспортировки и хранении в замкнутом пространстве под упаковкой.

При этом цинк обладает рядом защитных свойств, которые проявляются через 1-3 месяца после изготовления, при условии хранения в периодически увлажняемой среде с нормируемой влажностью окружающего воздуха [1,2].

До этого момента попадание влаги от атмосферных осадков или образование конденсата под упаковкой может вызвать образование белой ржавчины.

С целью повышения коррозионной стойкости в линиях АНГЦ производят нанесения специальных конверсионных покрытий на основе хрома в двух валентных состояниях Cr(VI), Cr(III), тонких органических покрытий.

Указанные покрытия на поверхности оцинкованного проката снижают химическую активность цинка, происходит многократное снижение скорости окисления, тем самым уменьшается риск образование продуктов окисления в виде белого налёта.

Современные агрегаты АНГЦ ПАО «ММК», ПАО «Северсталь», ПАО «НМЛК» для нанесения защитных покрытий оборудованы химкоутерами двух типов: на основе валкового метода нанесения и на основе метода распыления.

Наиболее эффективным считается метод на основе валкового способа нанесения, как наиболее экономичный по расходу.

Для дополнительной защиты и предупреждения скопления конденсата на внутренних витках перед смоткой производится промасливание.

### Список литературы

1. Шушарин Т.А., Современные способы защиты металла от коррозии на основе цинка // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением. №1 (34), 2022. С. 31-34.
2. Беляковский, М.А., Масленников В.А. Автомобильная сталь и тонкий лист. Череповец, 2007. 636 с.

*Под руководством Моллера А.Б., доктора техн. наук, профессора каф. ТОМ, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*



**Ахмадиев К.Р.**, магистрант,

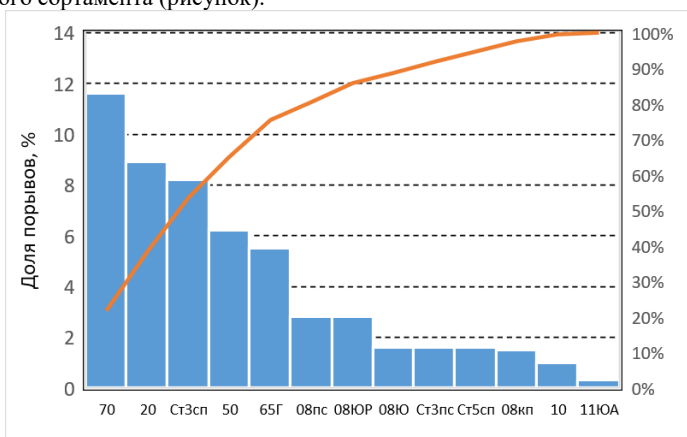
**Румянцев М.И.**, д-р техн. наук, проф.

**Завалищин А.Н.**, д-р техн. наук, проф.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕНТЫ В УСЛОВИЯХ ЛПЦ-8 ПАО «ММК»

Одна из задач совершенствования технологии – предотвращение порывов полосы во время прокатки на стане 630, которые приводят к дополнительному расходу металла при обработке концевых участков на последующих переделах ЛПЦ-8. Проведен анализ частоты случаев порывов полосы в зависимости от марочного сортамента (рисунок).



Обрывность полос из стали различных марок

Порывы могут происходить по следующим причинам: неудовлетворительное качество сварного шва; неудовлетворительное качество кромки полосы; недостаточная пластичность горячекатаного подката; неудовлетворительный профиль горячекатаного подката.

Для снижения обрывности полос из стали марок 70, 50 и 65Г проводятся исследования и разрабатываются мероприятия, направленные на повышение прочности сварного шва. Также выполнен анализ качества горячекатаного подката перед станом, который показал недостаточную пластичность металла и значительную пораженность его кромок трещинами. Для улучшения качества кромки подката разработаны рекомендации по особенностям эксплуатации дисковых ножей агрегата укрупнения рулонов перед травлением.

**Ломакин А.Д.**, магистрант,  
**Румянцев М.И.**, д-р техн. наук, проф.  
**Завалищин А.Н.**, д-р техн. наук, проф.  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОКАТКИ ПОЛОС ИЗ СТАЛИ 20X13 НА ШСГП 2500 ПАО «ММК»**

Потребление нержавеющей стали в России покрывается, в основном, за счет импорта. В 2021 г. его доля на отечественном рынке достигла 79,2%. По оценкам Ассоциации «Спецсталь», если импорт полностью прекратится, отечественные предприятия смогут полностью покрыть потребности отечественного рынка в сортовом прокате, в сварных трубах и полуфабрикатах. Потребность в горячекатаном прокате может быть покрыта примерно на 60%. Импортозамещение холоднокатаного проката затруднительно [1]. Поэтому освоение производства листового проката из нержавеющей сталей является актуальной задачей, решение которой позволит также компенсировать потери доходов предприятия вследствие снижения спроса на позиции традиционного сортамента.

Сталь 20X13 коррозионно-стойкая в атмосферных условиях, в речной и водопроводной воде. Жаропрочная (с длительным сроком службы при температурах до 500 °С). Относится к марочным группам, объем производства которых в совокупности составляет до 55 % всего производства нержавеющей проката.

Для нержавеющей сталей рекомендуется температура в томильной зоне методической печи 1250-1270 °С, что соответствует температуре слэба при выдаче из печи примерно 1220-1240 °С. Температура окончания черновой прокатки 1070-1100 °С, а чистовой - 930-950 °С. Температура смотки 650-700 °С. Охлаждение рекомендуется производить на воздухе [2-4].

Компьютерное моделирование с применением цифрового двойника ШСГП 2500 показало, что при температуре нагрева 1240 °С указанные температурные условия прокатки полос размерами 2-20×1150-1700 мм в рулонах массой 11-16 т достигаются при скорости чистовой прокатки 9,5-4,0 м/с. При конечной толщине металла более 10 мм, вероятно, будет наблюдаться температура смотки выше рекомендуемой.

### Список литературы

1. Будет ли в России нержавеющая сталь? [Электронный ресурс] // <https://www.metainfo.ru/ru/news/136247>
2. Технология процессов обработки металлов давлением / П.И. Полухин, А. Хензель, В.П. Полухин и др. М.: Металлургия, 1988. 408 с.
3. Сафьян М.М. Горячая прокатка листов на непрерывных и полунепрерывных станах. М.: Металлургиздат, 1962. 380 с.
4. Чижиков Ю.М. Процессы обработки давлением легированных сталей и сплавов. М.: Металлургия, 1965. 499 с.

Донцов А.С., магистрант,  
Завалищин А.Н., д-р техн. наук, проф.  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОКАТКИ ПОЛОС ИЗ СТАЛИ 12X18Н18Т НА ШСГП 2500 ПАО «ММК»

Импорт нержавеющей проката в 2020 г. превысил 400 тыс. тонн. При этом большая часть приходится на листовой прокат (76-80%). В самом массовом сегменте (холоднокатаного листового проката) его доля достигает 98-99%. Российские компании обеспечивают более половины внутренних потребностей только в нержавеющей сортовой прокате и в сварных трубах, правда, в основном, с использованием импортного подката. [1].

Сталь 12X18Н10Т аустенитного класса. Применяется прежде всего в аппаратах и сосудах, работающих в разбавленных растворах азотной, уксусной, фосфорной кислот; в растворах щелочей и солей. Диапазон рабочих температур от минус 196 до плюс 600 °С, а при наличии агрессивных сред до плюс 350 °С Относится к марочным группам, объем производства которых в совокупности составляет до 55 % всего производства нержавеющей проката.

Для нержавеющей сталей рекомендуется температура в томительной зоне методической печи 1250-1270 °С, что соответствует температуре сляба при выдаче из печи примерно 1220-1240 °С. Температура окончания черновой прокатки 1070-1100 °С, а чистовой - 930-950 °С. Температура смотки 650-700 °С. Охлаждение рекомендуется производить на воздухе [2-4].

Компьютерное моделирование с применением цифрового двойника ШСГП 2500 показало, что при температуре нагрева 1240 °С указанные температурные условия прокатки полос размерами 2-15×1050-1500 мм в рулонах массой 10-15 т достигаются при скорости чистовой прокатки 8,5-2,5 м/с. При конечной толщине металла более 10 мм, вероятно, будет наблюдаться температура смотки выше рекомендуемой.

### Список литературы

1. Волкова А.В. Рынок нержавеющей металлопродукции-2021 [Электронный ресурс] // [https://dcenter.hse.ru/data/2022/02/13/1748371511/Рынок\\_нержавеющего\\_металлопродукции-2021.pdf](https://dcenter.hse.ru/data/2022/02/13/1748371511/Рынок_нержавеющего_металлопродукции-2021.pdf)
2. [https://metallcheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/12X18H10T](https://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/12X18H10T)
3. Технология процессов обработки металлов давлением / П.И. Полухин, А. Хензель, В.П. Полухин и др. М.: Металлургия, 1988. 408 с.
4. Сафьян М.М. Горячая прокатка листов на непрерывных и полунепрерывных станах. М.: Металлургиздат, 1962. 380 с.
5. Чижиков Ю.М. Процессы обработки давлением легированных сталей и сплавов. М.: Металлургия, 1965. 499 с.

*Под руководством Румянцева М.И., д-ра техн. наук, профессора каф. ТОМ, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Пустовойтов Д.О.**, канд. техн. наук

**Носов Л.В.**, аспирант

**Котвицкий Н.А.**, магистрант группы ММИТм-21-1

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОФФЛАЙН-ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ИНКРЕМЕНТАЛЬНОЙ ЛИСТОВОЙ ФОРМОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ SprutCAM Robot**

Инкрементальная листовая формовка – это процесс обработки листового материала давлением, в котором заготовка локально деформируется пуансоном со сферическим наконечником путем перемещения инструмента по заданной траектории. Технологии инкрементальной листовой формовки весьма привлекательны для единичного и мелкосерийного производства. При промышленном внедрении таких технологий не требуется прессовое оборудование, для формовки необходим ЧПУ-станок или промышленный робот. В данной работе представлены особенности разработки технологии инкрементальной листовой формовки на базе 6-осевого промышленного робота KUKA KR 160 R1570 nano лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова». Робот оснащен контроллером, который обеспечивает полное управление автоматизированной системой позиционирования инструмента в соответствии с заранее рассчитанными траекториями. Для расчета таких траекторий в данной работе использовали специализированное программное обеспечение SprutCAM Robot™. Это российская САМ-система, предназначенная для оффлайн программирования промышленных роботов, объединяющая в себе приложения для расчета и оптимизации траекторий, симуляции обработки и постпроцессирования. При этом следует отметить, что программа SprutCAM Robot™ не позволяет непосредственно смоделировать процесс инкрементальной листовой формовки, но позволяет выполнить расчет траектории обработки. Для расчета траектории движения инструмента и получения управляющей программы в SprutCAM Robot™ задавали требуемые исходные данные и параметры обработки. Такими параметрами являлись: цифровой двойник робота с оснасткой, геометрические 3D модели исходной заготовки и конечного изделия, а также последовательность технологических операций, описывающих основные этапы обработки. Затем выполнялся расчет траектории движения инструмента и осуществлялась генерация управляющей программы. Показана высокая сходимость результатов моделирования и соответствующих экспериментов.

*Исследование выполнено за счет гранта РФФ (№ 22-49-02041 от 09.03.2022 г.).*

### Список литературы

1. Перспективы использования технологий инкрементальной формовки в современном производстве / Кривошеин В.А., Анцифоров А.А., Майстров Ю.В. // Известия вузов. Машиностроение. 2014. №11 (656). С. 84-89.
2. A Comparative Investigation of Conventional and Hammering-Assisted Incremental Sheet Forming Processes for AA1050 H14 Sheets / Shahare H.Y., Dubey A.K., Kumar P., Yu H., Pesin A., Pustovoytov D., Tandon P. // Metals. 2021. №11, 1862. P. 1-17.

**Песин А.М.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Пустовойтов Д.О.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Кожемякина А.Е.**, канд. техн. наук,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Песин И.А.**, канд. техн. наук,  
ООО «ЧерметИнформСистемы», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ПОВЫШЕНИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16 ПРИ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКЕ**

С использованием уникальной научной установки (УНУ) «Экспериментальный реверсивный стан ДУО листовой прокатки с индивидуальным приводом рабочих валков» лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева» подтвержден эффект повышения пластичности термически упрочняемых алюминиевых сплавов типа Д16. Впервые экспериментально установлено, что при асимметричной прокатке термически упрочняемых алюминиевых сплавов типа Д16 возможно улучшить их пластические свойства до 2 раз по показателю «относительное удлинение  $\delta_5$ » в сравнении с исходным отожженным состоянием. Уникальностью обработки является возможность деформации сплава Д16 без какого-либо предварительного внешнего нагрева с обжатием до 90% за 1...2 прохода, и обеспечением более высокой пластичности сплава после такой обработки в сравнении с исходным недеформированным состоянием. При этом операции промежуточного и/или последеформационного отжига не используются. Эффект повышения пластичности в термически упрочняемых алюминиевых сплавах типа Д16, предположительно, обусловлен динамическим "растворением-выделением" фаз при высокоскоростном фрикционном и деформационном разогреве в сочетании с большими сдвиговыми деформациями (без использования предварительного нагрева заготовки и/или промежуточного и последеформационного отжига). Сплав Д16 является термически упрочняемым, и в нем наблюдается разнообразие структурных и фазовых составляющих. С помощью больших сдвиговых деформаций возможно создание сильных деформационных эффектов, приводящих к изменению структуры и свойств сплава Д16. Большие сдвиговые деформации могут инициировать и ускорять развитие фазовых превращений. Явления, протекающие при асимметричной прокатке, могут приводить к формированию фаз (включая метастабильные), которые не наблюдаются при обычных условиях прокатки. Это делает необходимым дальнейшее исследование алюминиевого сплава Д16, в частности, структурных и фазовых переходов, индуцированных в нем сдвиговой деформацией при асимметричной прокатке.

*Исследование выполнено за счет гранта РФФ (№ 22-49-02041 от 09.03.2022 г.).*

**Песин И.А.**, канд. техн. наук,  
ООО «ЧерметИнформСистемы», г. Магнитогорск, РФ  
**Сверчков А.И.**, аспирант,  
**Грачев Д.В.**, аспирант,  
**Барышникова А.М.**, магистрант,  
**Клинков Ф.М.**, ученик Проектной школы,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ НА СТАНЕ 630 ЛПЦ-8 ПАО «ММК» С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ГОРЯЧЕКАТАНОГО ПОДКАТА**

В лаборатории механики градиентных наноматериалов им. А.П.Жилыева Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И.Носова выполнили исследование возможности использования более толстого подката для производства той же конечной толщины ленты.

Выполненное ранее на стане 400 асимметричной прокатки Лаборатории исследование, показало возможность сокращения от одного до двух технологических циклов (прокатка – отжиг).

В качестве заготовки выбирали травленный горячекатаный прокат толщиной 4,0 мм, 5,0 мм и 6,0 мм из сталей марок 08пс и 20. Показано, что использование кинематической асимметрии в 10 – 20% позволяет увеличить входную толщину горячекатаного проката не менее чем на 40%. Это дает возможность существенно повысить производительность широкополосного стана горячей прокатки.

*Исследование выполнено за счет гранта РФФ (№ 22-49-02041 от 09.03.2022 г.).*

### Список литературы

1. Gradient structure obtained in steel '08ю' as a result of asymmetric sheet rolling / Baryshnikova A.M., Pesin A.M., Koptseva N.V., Efimova Yu.Yu., Pustovoitov D.O., Kozhemyakina A.E. // Magnitogorsk Rolling Practice 2022. Proceedings of the VI International Youth Scientific and Technical Conference. Magnitogorsk, 2022. С. 29-30
2. Asymmetric rolling with high work roll speed discrepancies: extraordinary effects, metal properties and new processing schemes /Pesin A.M., Pustovoitov D.O., Pesin I.A., Kozhemyakina A.E., Biryukova O.D., Nosov L.V. // Magnitogorsk Rolling Practice 2022. Proceedings of the VI International Youth Scientific and Technical Conference. Magnitogorsk, 2022. С. 32-33.
3. Experimental study on applying asymmetric cold rolling at rolling shop no. 8 of PJSC MMK / Pesin A.M., Pustovoitov D.O., Pesin I.A., Nasonov V.V., Temnikov D.A., Sverchkov A.I. // Magnitogorsk Rolling Practice 2022. Proceedings of the VI International Youth Scientific and Technical Conference. Magnitogorsk, 2022. С. 55-56.

**Песин И.А.**, канд. техн. наук

ООО «ЧерметИнформСистемы», г. Магнитогорск, РФ

**Доронин В.А.**, ученик Проектной школы

**Сатушев Г.О.**, ученик Проектной школы

**Люляева К.В.**, ученица Проектной школы

**Василега А.Т.**, ученица Проектной школы

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО УДЛИНЕНИЯ ПОСЛЕ РАЗРЫВА ОБРАЗЦОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА С ПОМОЩЬЮ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ**

Одним из основных требований к листовым алюминиевым материалам является технологическая пластичность или способность деформироваться не разрушаясь. Традиционно при прокатке металлов и сплавов происходит их упрочнение и соответственно возникают ограничения в возможных обжатиях без термообработки[1]. При достижении определенного уровня накопленных напряжений технологическая пластичность практически полностью исчезает, дальнейшая холодная прокатка без применения отжига становится невозможной, что, в свою очередь, приводит к временным потерям и снижению производительности, а также введению дополнительных ограничений технологического процесса.

Холодная асимметричная прокатка при определенных скоростных режимах позволяет не только увеличить технологическую пластичность обрабатываемого металла, но и также увеличить относительное удлинение получаемой ленты. В таких случаях не происходит такого явления, как наклеп металла, следовательно появляется возможность существенно увеличить обжатия обрабатываемого металла.

Для проведения эксперимента были отобраны образцы из алюминиевого сплава Д16 толщиной 6 мм. Получение эффекта возрастающей пластичности достигается при высоких значениях коэффициента рассогласования скоростей рабочих валков, вследствие чего были выбраны значения коэффициента от 3 до 6,25 [2].

В результате проведенных экспериментов прокатки образцов из алюминиевого сплава Д16 было выявлено, что увеличение отношения скоростей рабочих валков от 4 до 5,8 раз приводит к увеличению относительного удлинения образцов после разрыва.

Также были выявлены оптимальные значения коэффициента рассогласования скоростей валков для получения максимального значения относительного удлинения после разрыва и достижения допустимых прочностных свойств.

*Исследование выполнено за счет гранта РФФИ (№ 22-49-02041 от 09.03.2022 г.).*

### Список литературы

1. Asymmetric rolling with high work roll speed discrepancies: extraordinary effects, metal properties and new processing schemes /Pesin A.M., Pustovoitov D.O., Pesin I.A., Kozhemyakina A.E., Biryukova O.D., Nosov L.V.// Magnitogorsk Rolling Practice 2022. Proceedings of the VI International Youth Scientific and Technical Conference. Magnitogorsk, 2022. С. 32-33.

2. Experimental study on applying asymmetric cold rolling at rolling shop no. 8 of PJSC MMK / Pesin A.M., Pustovoitov D.O., Pesin I.A., Nasonov V.V., Temnikov D.A., Sverchkov A.I. // Magnitogorsk Rolling Practice 2022. Proceedings of the VI International Youth Scientific and Technical Conference. Magnitogorsk, 2022. С. 55-56.

**Попыгаева К.В.**, студент  
филиал ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Белорецк, РФ

## **МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРУЖИННОЙ ТЕРМИЧЕСКИ ОБРАБОТАННОЙ ПРОВОЛОКИ**

Развитие современной техники ставит сложные задачи перед метизной отраслью в части достижения высокого комплекса свойств при производстве пружинной проволоки с высокими упругими свойствами. Их обеспечение зависит от многих факторов: качества исходной заготовки (катанки), технологии и оборудования, применяемого для ее производства, режима окончательной термической обработки.

Исследования показали, что чистоту исходной заготовки по неметаллическим включениям можно обеспечить следующими способами: - присадками легирующих элементов, способствующих образованию неметаллических включений, на нижний марочный предел; - смещениями раскисления металла алюминием на начальный этап внепечной обработки с целью ассимиляции продуктов раскисления в шлак; - интенсивностью перемешивания металла, в том числе использование сталеразливочных ковшей с двумя продувочными фурмами, для обеспечения удаления неметаллических включений в шлак, а также их измельчения и усреднения по объёму расплава; - подбором качественных огнеупорных материалов для футеровки тепловых агрегатов [1].

В работе [2] предложен новый подход к оптимизации технологии изготовления пружинной проволоки на основе рассматриваемого в синергетике критерия зарождения трещины, который позволяет обоснованно перераспределять степени деформации между промежуточными и окончательной термообработками. Закономерности, полученные на основе этого подхода, позволяют существенно повысить равномерность свойств проволоки по длине.

Для повышения уровня механических свойств и однородности микроструктуры готовой проволоки проектирование маршрутов волочения должно включать оценку напряженного состояния металла в очаге деформации [3]. Задавая соответствующее напряженное состояние, исключается разрушение центральных слоев проволоки. Требуемый уровень механических свойств пружинной проволоки также достигается закалкой с последующим отпуском. После закалки сталь характеризуется высокой плотностью дислокаций и мелкозернистой структурой.

### **Список литературы**

1. Крымчанский, И.И. Прокат из легированных пружинных сталей на новом сорто-прокатном стане 370/150 ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» // Пружины. 2017. № 2. С. 13-17.
2. Комарова Т. В., Скуднов В.А., Гаврова М.Н. Уменьшение неравномерности механических свойств пружинной термически обработанной проволоки // Заготовительные производства в машиностроении. 2008. № 7. С. 39-45.
3. Харитонов В.А., Усанов М.Ю. Совершенствование деформационных режимов волочения проволоки из углеродистых марок стали в монолитных и ролликовых волоках : монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2020. 133 с.



**Васильев М.В.**, ст. преподаватель  
**Карфидов А.О.**, зав. кафедрой,  
**Чиченев Н.А.**, д-р техн. наук, проф.  
ФГАОУ ВО НИТУ МИСИС, г. Москва, РФ

## **ПРИМЕНЕНИЕ СТУПЕНЧАТОЙ ГИБКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ**

Одним из перспективных видов обработки металлов давлением является холодная листовая штамповка, которая широко применяется в мелкосерийном и единичном (опытном) производстве и характеризуется использованием универсальных и простых штампов. С развитием современных отраслей промышленности увеличивается доля изделий из листовых металлических и неметаллических материалов, изготавливаемых этим методом [1-4]. Для изготовления тонкостенных корпусов приборов, а также для получения изделий с большим радиусомгиба, наряду с традиционными способами гибки с помощью гибочных штампов, успешно применяется метод ступенчатой (пошаговой) гибки. Ступенчатая гибка (Step Bending; bump Bending) - это метод формирования большого радиуса изгиба в детали из листового металла путем создания последовательной серии V-образных изгибов, расположенных на определенном расстоянии друг от друга [5-6]. По сути – он представляет собой многократную V-гибку, осуществляемую методом воздушной гибки. Его преимуществом по сравнению с другими методами гибки является простота реализации и универсальность, а также отсутствие специальной технологической оснастки и сложного деформирующего оборудования. В статье рассматриваются технологические особенности ступенчатой гибки и примеры её практического использования для изготовления единичных корпусных деталей.

### Список литературы

1. Живов Л.И., Овчинников А.Г., Складчиков Е.Н. Кузнечно-штамповочное оборудование : учебник / под ред. Л. И. Живова. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. 560 с.
2. Яковлев С.С. Ковка и штамповка. В 4 т. Т. 4. Листовая штамповка / Под общ. ред. С. С. Яковлева; ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. М.: Машиностроение, 2010. 732 с.
3. Бурдуковский В.Г. Технология листовой штамповки : учеб. пособие. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. 224 с.
4. Константинов И.Л., Сидельников С.Б. Кузнечно-штамповочное производство : учебник. М. : НИЦ ИНФРА-М, 2021. 464 с.
5. Прототипирование технологии пошаговой гибки тонкостенных корпусов / М.В. Васильев, А.О. Карфидов, М.Д. Свинарев, Н.А. Чиченев // Сталь, 2022, № 7, с. 27-29.
6. Benson S. Bending Basics. Cincinnati: Fabricators & Manufacturers Association, 2017. 581 pp.

**Цыплакова Д.В.**, студент

Новотроицкий филиал НИТУ МИСИС, г. Новотроицк, РФ

**Дема Р.Р.**, д-р техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРОИЗВОДСТВО ТРУБНЫХ МАРОК СТАЛИ КЛАССОВ ПРОЧНОСТИ ДО X100-X120**

В настоящее время одним из наиболее рентабельных видов продукции черной металлургии является толстолистовой прокат, используемый для изготовления магистральных труб для газо- и нефтепроводов, а также отводов от них.

Термомеханическая обработка (ТМО) обеспечивает значительное повышение комплекса механических свойств низколегированных сталей в горячекатаном состоянии. Одним из ее важнейших преимуществ является возможность получения вязких свойств на уровне, соответствующем нормализованному состоянию, при значениях прочностных характеристик, свойственных горячекатаной стали. Окончательные свойства листу придаются за счет ускоренного охлаждения, где заканчиваются все процессы измельчения зерна и придания листу необходимых свойств.

Применяемая в настоящее время технология производства толстых листов в условиях стана 2800 АО «Уральская Сталь» позволяет получать листы классов прочности до X70. Однако в мире для строительства магистральных газопроводов начали активно применяться стали класса прочности до X100, идет освоение сталей классов прочности X120. Особенностью производства подобных сталей является последеформационное охлаждение, осуществляемое со скоростями на уровне критических скоростей закалки. В результате бездиффузионных процессов распада аустенита в стали формируется структура богатая мартенситом и бейнитом, обладающая высочайшими прочностными свойствами. Наличие равного или игольчатого феррита способствует повышению пластичности стальной матрицы.

В соответствии с данной технологией характерный комплекс свойств стали формируется в результате последующего ускоренного охлаждения. В зависимости от скорости охлаждения в стали формируется та или иная структура. Для получения структуры, состоящей из мартенсита с небольшой долей остаточного аустенита, необходимо осуществлять ускоренное охлаждение со скоростями не менее 60 °C/с. Формирование бейнино-ферритной структуры происходит при охлаждении со скоростью от 20 до 60 °C/с. При этом, чем меньше скорость ускоренного охлаждения, тем выше доля бейнита в структуре стали и меньше доля остаточного аустенита.

В работе предложены мероприятия по модернизации установки контролируемого охлаждения, обеспечивающие формирование в структуре листов бейнино-мартенситной матрицы с игольчатым ферритом.

**Тухветова Л. М.**, ведущий специалист сталепроволочного производства  
**Столяров А.Ю.**, канд. техн. наук, начальник технологического центра - главный технолог

ОАО «ММК-МЕТИЗ», г. Магнитогорск, РФ

**Огнева Е.М.**, канд. техн. наук, специалист УМД

**Константинов Д.В.**, канд. техн. наук, специалист УМД

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВОЛОЧИЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ШЕСТИГРАННОЙ КАЛИБРОВАННОЙ СТАЛИ**

При волочении шестигранного профиля по схеме «шестигранник-шестигранник» напряженно-деформированное состояние инструмента характеризуется высокой неоднородностью в силу специфики очага деформации. Получение сведений о локализации напряжений имеет принципиально важное значение с точки зрения прогнозирования ресурса волоки и, как следствие, обеспечения качества конечной продукции в отношении соблюдения формы и размеров

Анализ полученных данных показывает, что распределение контактных напряжений при угле рабочей зоны волоки  $16^\circ$  характеризуется меньшими абсолютными значениями, но имеет высокую локализацию в области ребер шестигранника, что может быть причиной неравномерного износа инструмента. Вследствие подобного распределения контактных напряжений, распределение интенсивности напряжений при угле рабочей зоны волоки  $16^\circ$  также локализовано в области ребер шестигранника. установлено, что напряженно-деформированное состояние инструмента при волочении с 34мм до 32мм менее благоприятное, так как также имеет ярко выраженный локализованный характер, что потенциально может стать причиной более быстрого разрушения инструмента или его износа.

Таким образом, уменьшение угла рабочей зоны волочильного инструмента приводит к локализации контактных напряжений в области вершин шестигранника, а также к увеличению интенсивности напряжений. Поэтому с точки зрения повышения стойкости инструмента, волочение шестигранных профилей следует вести при увеличенных углах рабочей зоны волоки. Использование увеличенных углов приведёт к уменьшению длины рабочей зоны волоки, что в свою очередь будет благоприятно влиять на условия трения в очаге деформации. Также установлено, что уменьшение величины единичной деформации создаёт более благоприятные условия напряженно-деформированного состояния инструмента, а именно – приводит к уменьшению отрицательного действия контактных напряжений.

### Список литературы

1. Моделирование упругой деформации волоки с использованием САЕ системы DEFORM-3D / Корчунов А.Г., Шеметова Д.А., Бабенцева В.Ю., Ульянов А.Г. // Механическое оборудование металлургических заводов: Межрегиональный сборник научных трудов / под ред. А.Г. Корчунова. Магнитогорск, 2012. С.62-67
2. Железков О.С., Малоканов С.А., Платов С.И. Напряженно-деформированное состояние и формоизменение при волочении шестигранных профилей из круглой заготовки // Черные металлы. 2016. Декабрь. С.31-35

**Иванцов А.Б.**, канд. техн. наук, доц.

**Петров И.М.**, канд. техн. наук, доц.

**Кузнецов А.М.**, бакалавр

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», филиал в г. Белорецк, РФ

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МЕТАЛЛУРГИИ**

Математические модели описывающие металлургические процессы, ввиду потребности в получении сложного характера поверхности отклика, ограничивают возможность применения стандартных регрессионных моделей. Рассмотрено применение нейросетевого моделирования для получения универсальных аппроксимирующих моделей нелинейных функций, эффективно решающих вопросы регрессионного моделирования, а также для решения других задач, связанных с обработкой больших массивов данных: упорядочивания и классификации данных, идентификации динамических систем, адаптивного управления. В металлургии, исходя из проведенного анализа, применение нейросетевого моделирования наиболее распространено в прокатном производстве [1, 2 и др.]. Это во многом обусловлено возможностью сбора больших массивов данных по всей технологической цепочке производства на современных линиях прокатки. Также применение нейросетей эффективно для моделирования технологических процессов нанесения покрытий, отливки заготовок [3 и др.], термической обработки [4 и др.], оптимизации промышленных процессов и, в целом, для решения вопросов управления качеством продукции. Нейросетевое моделирование позволяет достичь высокой точности построения математической модели за счет возможности детального отображения поверхности отклика  $Y_i$  в многофакторном пространстве с размерностью  $N_i > 4$ .

### Список литературы

1. Glushchenko, A. I. On Comparative Evaluation of Effectiveness of Neural Network and Fuzzy Logic Based Adjusters of Speed Controller for Rolling Mill Drive / A.I. Glushchenko, V.A. Petrov // *Studies in Computational Intelligence*. – 2019. – Vol. 799. – P. 144–150.
2. Применение нейронных сетей для моделирования энергосиловых параметров клетей чистой группы НШСГП 2000 ОАО «ММК» / Р.Н. Амиров, Р.Р. Дёма, С.И. Лукьянов, А.В. Ярославцев, У.Д. Мартынова // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. 2012. № 2 (38). С. 102–103.
3. Гулаков К. В. Применение методов нейросетевого моделирования для уменьшения объемов экспериментальных работ при разработке сварочных материалов // *Вестник БГТУ*. 2011. № 3. С. 111.
4. Applying a neural tuner of the PI-controller parameters to control gas heating furnaces / A.V. Fomin, Y.I. Eremenko, A.I. Glushchenko // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. № 6/2(90). P. 32–37.

**Чуб Е.Ю.**, бак.

**Локотунина Н.М.**, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

В настоящее время возрастает потребность в использовании гнутых профилей в различных конструкциях. Эффективность применения гнутых профилей зависит от выбора конфигурации профиля. Также следует учитывать и прочностные свойства гнутых профилей, которые зависят от свойств металла и параметров профилирования, а также типа и размеров профиля [1].

Повышение прочности гнутых профилей возможно за счет дополнительного деформационного упрочнения металла с помощью нанесения гофров жесткости, что приводит к дополнительному упрочнению металла, которое происходит неравномерно по сечению профиля [2-4]. Возможно также использование перфорированных профилей для различных целей.

В связи с этим в работе проанализированы соответствующие технологии производства гнутых профилей с повышенными эксплуатационными характеристиками, а также области использования этих профилей. Приведены рекомендации по повышению эксплуатационных свойств сортовых гнутых профилей и результаты расчета основных показателей прочности. Данные расчетов показали возможные резервы повышения эксплуатационных характеристик гнутых профилей.

### **Список литературы**

1. Тришевский И.С., Клепанда В.В. Механические свойства гнутых профилей проката. Киев: Техника, 1977. 143 с.
2. Локотунина Н.М. Совершенствование технологии производства холодногнутой профилей с улучшенными эксплуатационными свойствами для дорожных ограждений автомагистралей: дис. ... канд. техн. наук. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. 2001.
3. Пат. 2317167 РФ, МПК В21D5/06 Гнутый профиль высокой жесткости / В.Г. Антипанов, В.Л. Корнилов, Н.Г. Шемшурова, Н.М. Локотунина, Е.М. Солодова; заявл. 10.05.2006. опубл. 20.02.2008, Бюл. №5.
4. Солодова Е.М., Шемшурова Н.Г., Локотунина Н.М. Оценка поврежденности металла при производстве профилей изотропной жесткости // Производство проката. 2009. № 10. С. 22-26.

## Секция «Глубокая переработка металлов»

УДК 621.778

**Шубин И.Г.**, канд. техн. наук, доц.,

**Тайсина С.М.**, маг.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### **К ВЫБОРУ СТАТЕГИИ ПОДДЕРЖАНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАЧЕСТВЕННОЙ УГЛЕРОДИСТОЙ ПРОВОЛОКИ В УСЛОВИЯХ ОАО «ММК - МЕТИЗ»**

Активно развивающийся рынок метизной продукции диктует не только высокие требования к качественным характеристикам, но и стремление к максимальному охвату широкого сортамента. Решение данного уровня задач требует всестороннего анализа применяемой технологии производства.

Процесс стабильного производства углеродистой проволоки высокого качества широкого сортамента возможен при наличии современного оборудования и отлаженной технологии [1-3].

Анализ производственных мощностей позволил провести сравнение работы оборудования различных фирм и скорректировать загрузку волочильных станов при расширении их сортамента по профилирующим параметрам, а также обеспечить возможность получения нескольких видов намота проволоки [4-6].

#### Список литературы

1. Бородина Е.Н., Шубин И.Г., Румянцев М.И. Комплексный показатель качества для оценки сквозной технологии производства метизных изделий // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 1. № 71. С. 329-335.

2. Шубин И.Г., Бородина Е.Н. Применение комплексного показателя для оценки результативности технологии волочения канатной проволоки и свивки стальных канатов. // Качество в обработке материалов. 2016. № 2. С. 58 – 62.

3. Управление качеством канатов на основе множественного регрессионного анализа / Шубин И.Г., Румянцев М.И., Бородина Е.Н., Исламов И.Ш. // Обработка сплошных и слоистых материалов. 2012. № 38. С. 80-85.

4. Моделирование процесса волочения с целью оценки его влияния на структуру и свойства проволоки / Соколов А.А., Шубин И.Г., Гун Г.С., Богатов А.А., Смирнов С.В. // Производство проката. 2005. № 6. С. 21-23.

5. Шубин И.Г., Степанова Е.Н., Румянцев М.И. К вопросу практического использования методики оценки результативности системы менеджмента качества метизного производства в технологическом цикле изготовления стальных канатов // Производство проката. 2012. № 3. С. 21-24.

6. Бородина Е.Н., Шубин И.Г., Румянцев М.И. Управление качеством канатной проволоки и канатов на основе множественного регрессионного анализа // Механика и актуальные проблемы металлургического машиностроения. 2014. С. 136-145.

**Пивоварова К.Г.**, д-р техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ АРМАТУРНЫХ КАНАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ**

Высокопрочные стабилизированные арматурные канаты – основа современных эффективных строительных технологий изготовления сборного железобетона с предварительным натяжением арматуры, а также конструкций с последующим натяжением арматуры на бетон. Они хорошо зарекомендовали себя на рынке благодаря своим эксплуатационным характеристикам и эффективному использованию в строительной отрасли в связи со значительной экономией металла в предельно напряженных железобетонных конструкциях [1, 2].

Стремление к максимальной продолжительности эксплуатационного срока продукции и необходимость создания строительных конструкций с новым уровнем потребительских свойств приводят к тому, что потребители постоянно ужесточают требования к качеству арматурных канатов. Поэтому жизненно важными для метизных предприятий являются вопросы обеспечения заданного уровня потребительских свойств арматурных канатов на основе эффективного управления качеством [3].

В настоящей работе проведена процедура идентификации возмущающих факторов, вызывающих вариабельность механических свойств стальных семипроволочных стабилизированных арматурных канатов диаметром 12,5 мм. Проведены экспериментальные исследования и получены зависимости технологической неопределенности показателей качества арматурных канатов. Получена количественная оценка технологической неопределенности температуры нагрева и скорости обработки стабилизированных арматурных канатов. На основе выполненных исследований осуществлено робастное параметрическое проектирование технологии производства стабилизированных арматурных канатов и определены оптимальные режимы механотермической обработки, обеспечивающие получение заданного уровня показателей качества готовой продукции.

### Список литературы

1. Мусихин В.А. Сравнение арматурных канатов класса К1400 (К-7) и класса К1500 (К-19) // Строительство и архитектура. 2013. Т. 13. № 2. С. 22-27.
2. Технология производства арматурных канатов для предварительно напряженных железнодорожных конструкций / А.Д. Носов, В.П. Манин, И.Г. Шубин, С.В. Адамчук. Магнитогорск: ГОУ ВПО "МГТУ", 2007. 107 с.
3. Ширяев О.П., Корчунов А.Г., Пивоварова К.Г. Моделирование и оптимизация процессов формирования показателей качества арматурных канатов // Качество в обработке материалов. 2018. № 1 (9). С. 22-28.

**Тухветова Л.М.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАЛИБРОВАННОЙ СТАЛИ ШЕСТИГРАННОГО ПРОФИЛЯ В УСЛОВИЯХ ОАО «ММК-МЕТИЗ»**

Современный рынок машиностроительных технологий постоянно повышает требования к калиброванной стали по точности размеров профиля и качеству поверхности при гарантированном уровне механических свойств [1]. Данная тенденция обусловлена постоянным обновлением основных фондов российских предприятий, проектированием и выпуском все более сложных деталей, машин и агрегатов.

В целях модернизации производства калиброванной стали на ОАО «ММК-МЕТИЗ» в 2020 году принято решение о приобретении нового оборудования – линии CDS 300/80, предназначенной для производства калиброванной стали в мотках и прутках круглого и шестигранного профиля [2, 3].

В настоящее время актуален вопрос возможности производства калиброванной стали шестигранного профиля размером «под ключ» 17-21 мм. Основной нормативный документ, определяющий характеристики качества калиброванного шестигранного проката, является ГОСТ 8560-78. Данный стандарт распространяется на размеры шестигранного профиля под ключ от 3 до 100 мм и предусматривает три поля допуска по квалитетам h10, h11 и h12. Также нормируются требования к поверхности, шероховатости, кривизне прутков, скручиванию прутков [3]. Общая технология производства калиброванной стали шестигранного профиля включает в себя следующие операции: подготовка поверхности заготовки к волочению; прохождение заготовки через клеть для предварительного формирования шестигранного профиля; прохождение через волоку для формирования качества поверхности и точности геометрических параметров; правка в роликоправильной машине; резка на мерные длины

Целью данной работы является освоение технологии производства калиброванной стали шестигранного профиля на новом оборудовании – линии CDS 300/80.

Проведен сравнительный анализ существующей ранее и новой технологии производства калиброванной стали шестигранного профиля в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ». Рассмотрены различные схемы формирования шестигранного профиля. Разработана методика оптимизации маршрутов волочения калиброванной стали.

### **Список литературы**

1. Формирование качества поверхности стали при калибровании в монолитной волоке: монография / А.Г. Корчунов и др. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2007. 88 с.
2. ГОСТ 7417-75. Сталь калиброванная круглая. Сортамент. М.: Стандартинформ, 1989. 6 с.
3. ГОСТ 8560-78. Прокат калиброванный шестигранный. Сортамент. М.: Стандартинформ, 2005. 6 с.

*Под руководством Пивоваровой К.Г., д-ра техн. наук, доц., ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*



**Хворых Ю.А.**, магистрант

**Куприянова О.А.**, канд. техн. наук, доц.,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

**Никитин С.В.**, начальник лаборатории термической и кузнечно-прессовой обработки,  
ООО «Механоремонтный комплекс», г. Магнитогорск, РФ

## **ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВОЙ БРОНЗЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

На сегодняшний день изделия из бронзовых изделий имеют довольно высокий спрос, например, такие изделия как бронзовые вкладыши, втулки, фланцы и т.д. Бронза является достаточно пластичным антифрикционным материалом, обладающим хорошими коррозионностойкими свойствами. В зависимости от различных способов выплавки и обработки бронзы, можно повышать прочностные свойства и снижать затраты на производство бронзовых изделий.

В настоящей работе рассмотрены два метода заливки алюминиевой бронзы, такие как литье в кокиль и литье по газифицируемому моделям (ЛГМ).

Разработаны и проведены опытные режимы термической обработки при ЛГМ. Проведены испытания механических характеристик на опытных образцах и полноценном вкладыше, исследована микроструктура образцов. Изучена микроструктура образцов до термической обработки и после нее.

Была проведена оценка работы опытного режима на полноценном вкладыше, согласно которому были получены следующие результаты механических испытаний. Установлено, что без термической обработки временное сопротивление составляет 410-415, а после - 550-560 Н/мм<sup>2</sup>, относительное удлинение поднялось с 15-20 % до 27-34 %, ударная вязкость увеличилась в два раза с 32/41 Дж/см<sup>2</sup> до 64/75 Дж/см<sup>2</sup>.

Также в работе был проведен сравнительный анализ механических свойств в зависимости от способа выплавки и обработки образцов алюминиевой бронзы.

### **Список литературы**

1. Инновационные металлические материалы / К. В. Аксенова, Л. А. Барков, М. П. Барышников [и др.], Магнитогорск : Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 371 с.

2. Изменение свойств порошка бронзы после механической и термической обработки // А.Е. Чесноков, В.Ф. Косарев, С.В. Клинков и др. // Неорганические материалы. 2021. Т. 57. № 3. С. 265-270.

3. Осинцев О.Ю., Федоров В. Н. Медь и медные сплавы. Отечественные и зарубежные марки: справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Инновационное машиностроение, 2016. 360 с.

4. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов: монография. М.: Металлургия, 1977. 408 с.

**Песин А.М.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Харитонов В.А.**, канд. техн. наук, проф.,  
**Усанов М.Ю.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Носов Л.В.**, аспирант,  
**Мелихов Е.Д.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Столяров А.Ю.**, канд. техн. наук,  
АО «ММК-Метиз», г. Магнитогорск, РФ

## **АСИММЕТРИЧНАЯ ПРОКАТКА КРУГЛОЙ ЗАГОТОВКИ В ВАЛКАХ С ГЛАДКОЙ БОЧКОЙ**

Из всех известных видов асимметричной прокатки наименее изученной является скоростная асимметричная прокатка круглой заготовки на гладкой бочке, которая применяется при производстве проволоки фасонных сечений, плющеной ленты и сортовых профилей горячей бескалибровой прокаткой.

Проведенные в 70-е годы прошлого века на кафедре ОМД МГМИ им. Г.И. Носова исследования процесса холодной прокатки круглой заготовки в четырехвалком калибре с рассогласованием окружных скоростей валков позволили выявить снижение неравномерности деформации по всему объему очага деформации и разработать новые способы регулирования размеров и формы прокатываемых профилей.

В начале двухтысячных годов на этой же кафедре был предложен процесс асимметричного плющения. Асимметрия при этом обеспечивалась применением валков разного диаметра. Аналитическое и экспериментальное исследование этого процесса показало возможность снижения усилия прокатки и исключить появление трещин на краях ленты.

Исследование процесса плющения способом «прокатка-волочение» проводилось также на кафедре прокатки Челябинского политехнического института.

Большой комплекс исследований проведен на стане 400 асимметричной прокатки с индивидуальным приводом валков лаборатории механики градиентных материалов им. А.П. Жилиева ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова». Прокатывали круглые прутки диаметром 10, 12, 14, 16 мм из низко и высокоуглеродистых сталей в холодном и горячем состояниях (нагрев до 1100 °С) с различным рассогласованием скоростей валков. Проведено изучение формоизменения, изменения микротвердости и микроструктуры при различных условиях прокатки. На основе анализа известных математических моделей процесса плющения и впервые полученных экспериментальных данных разрабатывается математическая модель процесса плющения с высокой скоростной асимметрией. Ведутся исследования по разработке режимов волочения круглой проволоки из плоской заготовки.

**Ульянов С.А.**, магистрант,  
**Харитонов В.А.**, канд. техн. наук, проф. каф. ТОМ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНЫХ КАНАТОВ НА ОСНОВЕ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ**

Основным строительным материалом в настоящее время является бетон, усиленный различными по конфигурации и способу применения арматурными элементами. Самым эффективным видом арматуры для предварительно напряжённых железобетонных конструкций является арматурный канат.

Существуют два способа армирования железобетонных изделий канатами: «на упор» и «на бетон». Наиболее важными показателями качества арматурных канатов при армировании «на упор» являются высокое и надежное сцепление с бетоном, которое позволяет передать разрывное усилие каната конструкции, и релаксационная стойкость, зависящая от уровня остаточных напряжений в канате.

В этой работе проведён анализ известных конструкций арматурных канатов, который показал, что конструкция каната определяет его основное функциональное требование: высокое и надежное сцепление с бетоном. Кроме того, от конструкции зависят сложность технологического процесса изготовления, затраты на производство и условия эксплуатации.

В действующей практике производства и применения арматурных канатов наибольшее распространение получили круглые семипроволочные канаты, изготавливаемые свивкой на стандартных прядевьющих машинах с применением низкотемпературного отпуска или стабилизации готового каната. Однако они имеют относительно низкое сцепление с бетоном, что не позволяет передать бетону более высокое предварительное напряжение.

Наиболее эффективным способом повышения сцепления арматурного каната с бетоном для армирования «на упор» является калибрующее волочение в роликовой волоке с одновременным нанесением профиля на наружные поверхности проволок верхнего повивочного слоя. Это обеспечивает без изменения конструкции каната и технологии его изготовления значительное повышение сцепления каната с бетоном, показателей его качества и эксплуатационных свойств.

Применение калибрующего обжатия в круглом калибре также обеспечивает повышение эффективности арматурных канатов для армирования «на бетон». Так как при армировании «на бетон» для каната желательна гладкая поверхность, которая максимально приближена к цилиндрической форме, не препятствующая перемещению по каналобразователю и равномерно контактирующая с ним. Пластически обжатый канат за счёт более высокого коэффициента заполнения имеет меньший диаметр по сравнению с круглопроволочным; соответственно, меньший диаметр имеет канал в железобетонном изделии, что повышает прочность и уменьшает общее сечение. Также преимуществом пластического обжатия является более точное обеспечение заданных геометрических параметров готового каната; одновременно уменьшается проникновение влаги внутрь изделия.

Перспективным при армировании «на упор» также является применение десятипроволочных канатов периодического профиля.

**Харитонов Вик. А.**, канд. техн. наук, проф.,  
АО «НИЦ «Строительство», г. Магнитогорск, РФ  
**Полякова М.А.**, д-р техн. наук, доц.,  
**Усанов М.Ю.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Мелихова Н.В.**, ст. преподаватель МПК  
**Петров И.М.**, канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ВЫСОКОПРОЧНУЮ АРМАТУРНУЮ ПРОВОЛОКУ**

Прошли согласование и введены в действие приказом генерального директора Акционерного общества «Комплексное сервисное обслуживание пути» от 28 октября 2022 №65 технические условия ТУ 243411 - 001-52431910-2021 «Высокопрочная арматура гладкая и периодического профиля для армирования железобетонных шпал».

Технические условия разработаны АО «КСОП» с участием АО «НИЦ «Строительство», АО ММК-Метиз», ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», АО «БЭТ». Технические условия гармонизированы с требованиями нормативной документации на соответствующую продукцию ведущих стран мира. Это обеспечивает возможность промышленного на отечественных метизных заводах производства арматуры для армирования железобетонных шпал высокоскоростных железных дорог.

Освоение производства нового вида продукции планируется на АО «ММК-Метиз», дочернем предприятии ПАО «ММК». Сквозной технологический процесс включает выплавку стали повышенного качества, прокатку катанки на мелкосортно-проволочном стане «170» и дальнейшую ее переработку в проволоку на метизном переделе. Для обеспечения высокой конкурентоспособности проволоки на отечественном и мировом рынках необходимо обеспечить рациональные режимы всех операций технологического процесса.

С этой целью проводится изучение практического опыта производства подобной продукции, анализируются действующие математические модели прокатки катанки, разрабатываются и совершенствуются математические модели операций волочения, профилирования и стабилизации.

*При участии Столярова А.Ю., канд. техн. наук, АО «ММК-Метиз», г. Магнитогорск, РФ*

**Витушкин М.Ю.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

**Усанов М.Ю.**, канд. техн. наук, доцент  
филиал ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Белорецк, РФ

## **ПРОИЗВОДСТВО ПРОВОЛОКИ ДЛЯ СЕРДЕЧНИКОВ ПРОВОДОВ С ПОВЫШЕННЫМИ ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

В линиях электропередач используются сталеалюминевые провода, состоящие из сердечника, обеспечивающего прочность кабеля и токопроводящих алюминиевых проволок. Сердечник свивается из стальной оцинкованной проволоки.

В последнее время в мире отмечается тенденция увеличения прочностных характеристик стальной проволоки для сердечников проводов, что создает следующие преимущества перед обычной проволокой:

- увеличение надежности и срока службы провода, т.к. в процессе эксплуатации он подвержен значительным ветровым нагрузкам и нагрузкам от наледи;
- возможность использования кабеля меньшего диаметра, что снижает металлоемкость и стоимость кабеля;
- возможность снижения расстояния между опорами линий электропередач.

Повышение прочности проволоки для сердечников проводов может быть обеспечено за счет:

- легирования стали кремнием и ванадием, что снижает разупрочнение при оцинковании;
- снижения температуры оцинкования и времени пребывания в расплаве цинка, что также снижает разупрочнение при оцинковании;
- увеличения деформации при волочении проволоки;
- повышения дисперсности микроструктуры исходной заготовки;
- увеличения массовой доли углерода в стали.

Все указанные способы имеют свои особенности, преимущества и недостатки. Для реализации производства высокопрочной проволоки используется комбинирование нескольких из данных методов.

Применение высокоуглеродистой стали, патентирования, низкотемпературного оцинкования и многократного волочения с суммарной степенью деформации в интервале 80-85% обеспечивает получение проволоки с требованиями по ASTM B958-08 и повышение жесткости проводов ЛЭП в 1,2-1,3 раза [1].

### Список литературы

1. Харитонов В.А., Витушкин М.Ю., Усанов М.Ю. Повышение жесткости проводов воздушных линий электропередач // Теория и технология металлургического производства. 2021. № 3 (38). С. 17-23.

**Зайнуллин А.И.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **УПРАВЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННЫМ СОСТОЯНИЕМ В СТАЛЬНЫХ КАНАТАХ**

Повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции, обеспечение требуемого уровня качества с минимизацией затрат на ее производство – одно из основных условий эффективного развития метизного передела черной металлургии Российской Федерации.

Стальные канаты являются одним из массовых видов металлопродукции с глубокой степенью обработки и высокой добавленной стоимостью. Они находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства: нефтегазодобывающей, горнорудной, угольной, транспортном и сельскохозяйственном машиностроении. Спектр применения стальных канатов большой, и везде требуется их высокое качество, показатели износостойкости, работоспособности. Однако далеко не во всех случаях качество готовых канатов соответствует принятым нормам по срокам эксплуатации, что обусловлено их преждевременным износом. Наиболее существенным, определяющим долговечность стального каната, является наличие в его элементах остаточных напряжений, которые снижают прочностные свойства, выносливость, износостойкость, тем самым снижают работоспособность каната. Данная проблема существует практически с самого начала отечественного канатного производства, на разных этапах которого предлагались различные способы снижения и распределения остаточных напряжений в стальных канатах и его структурных составляющих.

Для повышения стойкости и надежности стальных канатов и снижения остаточных напряжений в них, применяют предварительную преформацию проволок и прядей при свивке в канат и силовую обработку прядей и готовых канатов в рихтовальных и преформирующих устройствах, совмещают несколько видов силовой обработки. Однако применение данных технологических операций не всегда помогает полностью снять или перераспределить напряжения по сечению каната. Это особенно проявляется в случаях со стальными канатами односторонней свивки, при эксплуатации которых часто образуются дефекты, связанные с большими остаточными напряжениями (волнистость, штопор, «фонарение» прядей). Во избежание образования данных дефектов, предлагается совмещение вышеописанных технологических операций с круговым калибрующим обжатием свитого каната с применением обжимных клетей. Данная технологическая операция приводит к более равномерному распределению напряжений между элементами каната, к увеличению заполнения сечения металлом по сравнению с канатами с линейным касанием проволок в прядях, к увеличению работоспособности и износостойкости канатов.

*Под руководством Харитонов В.А., профессора кафедры ТОМ, ФГБОУВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Зайцева М.В.**, канд. техн. наук,  
**Токарева О.А.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОПЛАСТИЧНОГО АРМАТУРНОГО ПРОКАТА КЛАССА «500» В УСЛОВИЯХ ОАО «ММК-МЕТИЗ»**

Современные требования к низкоуглеродистой арматурной проволоке определяют получение высокой прочности (класс «500») в сочетании с высокой пластичностью по ГОСТ Р 52544-2006 «Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций» класса «В». Получение таких свойств традиционными технологическими процессами сложно, дорого, а часто и просто невозможно (1). Обеспечить их позволяет процесс COLD STRETCHING, который получает широкое распространение во многих промышленно развитых странах зарубежья (2).

Процесс представляет собой комбинацию двух способов: горячая прокатка бунтовой арматурной стали периодического профиля на проволочных станах и дальнейшая обработка этой заготовки в холодном состоянии растяжением в сочетании со знакопеременной деформацией на специальной установке. В настоящее время в ОАО «ММК-МЕТИЗ» приобретена за рубежом промышленная установка и актуальным является освоение новой для завода продукции. Для этого необходимо выбрать тип и параметры горячекатаного профиля, разработать модель процесса «растяжение — знакопеременный изгиб», провести необходимые расчеты и выполнить экспериментальные исследования.

### Список литературы

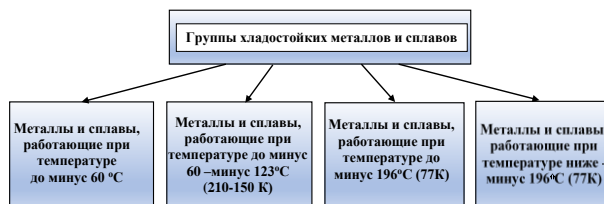
1. Носов А.Д., Носков Е.П., Семенов В.Е. Разработка и реализация конкурентоспособных технологий производства низкоуглеродистой арматурной проволоки в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ»: монография. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. 107 с.
2. Харитонов В.А., Петров И.М. Выбор эффективной технологии изготовления конкурентоспособной арматурной стали // Сталь. 2015. №7. С. 41-44.

**Куприянова О.А.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ОСОБЕННОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ ХЛАДОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ

В последние годы все больше популярности приобретают высокопрочные хладостойкие материалы. Широкое их применение в различных областях техники и промышленности вызвала острую необходимость их классификации.

На сегодняшний день существует множество признаков, по которым можно классифицировать высокопрочные хладостойкие материалы: по химическому составу; по хладостойкости (рис.); по назначению; по свариваемости; по группе прочности и твердости.



Классификация металлов и сплавов по хладостойкости

В данной работе проведена работа по систематизации данных по группам прочности с соответствующими характеристиками хладостойкости и пластичности. Развитая систематизация и классификация позволяет выбирать материал в зависимости от эксплуатационных нагрузок и назначения.

### Список литературы

1. Солнцев Ю.П. Хладостойкие стали и сплавы: учебник. СПб.: ХИМИЗДАТ, 2005. 480 с.
2. Солнцев Ю.П., Ермаков Б.С., Слепцов О.И. Материалы для низких и криогенных температур: энцикл. справ. СПб.: Химиздат, 2008. 768 с.
3. Куприянова О.А. К вопросу о классификации хладостойких материалов // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2021. Т. 77, № 12. С. 1279–1290.
4. Полецков П.П., Мальков М.В., Мишуков М.В., Шишлонова А.Н., Тетюшин К.П., Никитенко О.А. Особенности термической обработки высокопрочной экономнолегированной хладостойкой стали // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2021. Т. 77, № 6. С. 682–688.
5. Development of Heat Treatment Modes for Novel Structural Sparingly Alloyed High-Strength Steel for Arctic and FAR North Applications / P.P. Poletskov, O.A. Nikitenko, A.S. Kuznetsova, D.Y. Alekseev // Metal Science and Heat Treatment. 2021. Т. 63, № 3–4. С. 171–177.



**Дрягун Э.П.**, начальник центральной заводской лаборатории  
ОАО «ММК-МЕТИЗ», г. Магнитогорск, РФ

## **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЪЕКТА СТАНДАРТИЗАЦИИ**

Как известно, потребительскую ценность любого изделия определяют его свойства. При этом от особенностей проявления этих свойств зависят потребительские функции. Исследование взаимосвязи структуры свойств и выполняемых изделием функций с использованием функционально-целевого анализа является достаточно перспективным с точки зрения последующего выбора таких показателей качества, которые, с одной стороны, определяют соответствующие свойства, а с другой – регламентируются в нормативной и технической документации [1].

Следует также учитывать, что функциональные свойства могут быть характерны не только для металлоизделия в целом. Так, анализ конструктивных особенностей винта самонарезающего позволил определить и сформулировать функциональные свойства его отдельных компонентов. Это явилось основой разработанной классификации данного вида металлоизделия [2].

С практической точки зрения представляет интерес разработка математической модели, позволяющей выбрать из множества свойств именно те, которые затем и будут описаны соответствующими показателями качества и затем регламентированы в нормативной и технической документации. Иными словами, типовая задача стандартизации заключается в определении возможного ряда решений из нескольких наиболее приемлемых, из которого затем отбирается (разрабатывается) одно, оптимальное, которое узаконивают в виде стандарта либо другого вида нормативной или технической документации.

Поскольку классификационные признаки для каждого объекта являются равнозначными, поэтому их множество является нечетким. Это является основанием применения математического аппарата нечетких множеств для разработки алгоритма решения задачи при принятии решения о выборе классификационных признаков объекта стандартизации.

### **Список литературы**

1. Рубин Г. Ш. Квалиметрия метизного производства. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 167 с.

2. Дрягун Э.П., Полякова М.А. Разработка программного продукта выбора вида и количества винтов самонарезающих на основе действующих нагрузок в скрепляемом соединении // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. Вып. 2. С. 378-384.

*Под руководством Поляковой М.А., д-ра техн. наук, проф. каф. ТОМ, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Казанцева Т.В.**, старший преподаватель  
**Казанцева Н.К.**, доцент  
ФГБАУ ВО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, РФ  
**Полякова М.А.**, д-р техн. наук, проф.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ СТАНДАРТОВ**

Отличительной особенностью информации, содержащейся в стандартах, является то, что она не статична. Требования к регламентируемым показателям постоянно пересматриваются, происходит актуализация содержания данных документов, вплоть до их отмены. Практика работ по разработке стандартов базируется на использовании ссылок на взаимоувязанные по сути документы [1]. С этой точки зрения разработка электронной библиотеки стандартов является одним из этапов применения цифровых технологий в области практической стандартизации.

Несмотря на очевидность такого решения при создании электронной библиотеки стандартов следует учитывать особенности действующей нормативной базы в области металлургии [2, 3]. Так, национальная база РФ представляет иерархическую структуру. Информационная недостаточность и неполный охват признаков объектов стандартизации в значительной степени ограничивают возможности его широкого использования, особенно для металлопродукции широкой номенклатуры и марочного состава. Анализ фонда национальных стандартов показал, что в настоящее время он насчитывает свыше 30 тысяч документов. При этом в ходе работ по разработке принципов создания электронной библиотеки стандартов следует придерживаться принципа комплексной стандартизации, что обеспечит не только систематизацию имеющейся в стандартах информации, но также гармонизацию требований, содержащейся в разных стандартах на один и тот же объект стандартизации.

### **Список литературы**

1. Использование принципа комплексной стандартизации для определения взаимоувязанных требований к объекту стандартизации / М.А.Полякова, Т.В.Казанцева, Н.К.Казанцева, Г.А.Ткачук // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. Вып. 11. С. 516-523.
2. Казанцева Т.В., Полякова М.А. Направления работ по цифровизации в области стандартизации // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки: сб. тр. по материалам национальной конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2021. Вып. 20. С. 242-245.
3. Комплекс задач при создании электронной библиотеки стандартов / Казанцева Т.В., Полякова М.А., Казанцева Н.К., Ткачук Г.А., Александров В.А. // Качество и жизнь. 2021. №4(32). С. 42-46.

**Лановенко И.Э.**, ведущий инженер-технолог,  
АО «ЕВРАЗ-НТМК», Нижний Тагил, РФ

**Шевченко О.И.**, д-р техн. наук, зав. кафедрой «Металлургических технологий»  
НТИ(ф)УрФУ, г. Нижний Тагил, РФ

**Рубцов В.Ю.**, канд. техн. наук, главный специалист по производству рельсов  
АО «ЕВРАЗ-НТМК», Нижний Тагил, РФ

## ОСВОЕНИЕ ШАРОВ ОБЪЕМНОЙ ТВЕРДОСТИ ИЗ СТАЛИ 77ХГФМН

В условиях участка ШПС РБЦ АО «ЕВРАЗ НТМК» разработана и апробирована технология производства мелющих шаров диаметром 120 мм группы твердости 5 по ГОСТ 7524-2015 из марки стали 77ХГФМН [1]. Твердость шаров представлена в таблице, микроструктура по сечению шара на рисунке.

Условный диаметр шара, мм	Твердость поверхности шаров, HRC	Требование к твердости поверхности гр. 5, HRC	Объемная твердость шаров, HRC	Требование к объемной твердости гр. 5, HRC
120	56-58	≥56	47-52	≥43



а

б

в

Микроструктура шара по сечению:

а – на поверхности шара; б – в закаленном слое; в – в центре шара

В сравнении с аналогичными шарами из стали марки 70ХГС-1 [2], опыт показал увеличение прокаливаемости в 1,3 раза, при этом визуально закаленный слой на шарах из стали 77ХГФМН не определяется. Объемная твердость шаров увеличена по диапазону с 43-47 HRC до 47-52 HRC, что значительно превышает требования для группы твердости 5 и позволяет минимизировать возможность получения рекламации при несоответствии твердости шаров.

### Список литературы

1. Способ производства мелющих шаров (варианты) Патент 2756671 С1 - № 2020142167/05 ; заявл. 20.12.2020 ; опубл 04.10.2021. – Бюл.№ 28. – 12с.
2. Подстуживание мелющих шаров перед закалкой. Моделирование и эксперимент / О.И. Шевченко, И.Э. Лановенко, В.Ю. Рубцов, А.С. Опарин // Вестник ПНИПУ. Машиностроение и материаловедение. 2022. Т.21. №4. С. 35-40.

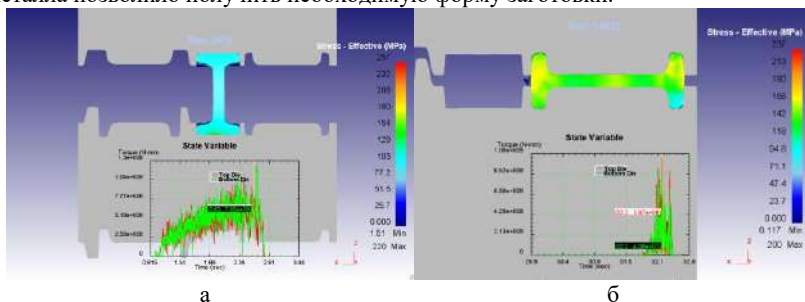
**Полуэктов Д.А.**, инженер-технолог,

**Рубцов В.Ю.**, канд. техн. наук, главный специалист по производству рельсов,  
АО «ЕВРАЗ-НТМК», Нижний Тагил, РФ

**Шевченко О.И.**, д-р техн. наук, зав. кафедрой «Металлургических технологий»  
НТИ(ф)УрФУ, г. Нижний Тагил, РФ

## ПРОИЗВОДСТВО ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ БАЛОЧНОГО ПРОФИЛЯ 80Ш

С учетом развития масштабов строительства, появилась необходимость в крупногабаритных двутаврах 80Ш и 100Ш. Для улучшения прочности, жесткости конструкций выгоднее применять цельнокатанные балочные профили. Предложен способ изготовления двутавра [1] из фасонной непрерывно-литой заготовки (НЛЗ) с использованием одного типоразмера фасонной НЛЗ для изготовления всей линейки двутавров 80-90-100. В отличие от двутавра 100 [2] - двутавры 80 и 90 в обжимной клети производятся поочередной осадкой и раскаткой исходной НЛЗ. Была разработана калибровка валков для 80Ш, и проведена проверка её работоспособности в Defom-3D. Результаты показали необходимость корректировки калибровки, как по режимам обжатия, так и по количеству кантовок. После изменения, проведено повторное моделирование (рисунок), где формоизменение металла позволило получить необходимую форму заготовки.



Результаты моделирования по скорректированной калибровке:

а – 2-ой проход; б – 10-й проход

Результаты показали, что для расчета калибровок крупногабаритных двутавров, при производстве разных типоразмеров из одного сечения НЛЗ, применение классических методов неактуально. Необходима разработка новой методики калибровки, позволяющей учитывать получение готового профиля крупногабаритных фланцевых профилей из заданного сечения.

### Список литературы

1. Способ изготовления горячекатаного двутавра из фасонной заготовки: пат. RU 2758605 - № 2020126090 ; заявл. 05.08.2020 ; опубл. 01.11.2021, Бюл. №31. 11с.

2. Моделирование прокатки НЛЗ в обжимной клети для производства двутавра 100Ш / Д.А. Полуэктов, В.Ю. Рубцов, О.И. Шевченко, М.В. Миронова // Черные металлы. 2022. №10. С. 26-30.

**Ширяева Е.Н.**, ст. преподаватель,  
**Полякова М.А.**, д-р техн. наук, профессор.  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦЕПЕЙ МАРКОВА ДЛЯ ОЦЕНКИ КОРРЕКТНОСТИ ПРИНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ СТАЛЬНОЙ ПОЛОСЫ**

В условиях производства горячекатаного листа на техническую систему непрерывно воздействуют множество внешних и внутренних факторов, обуславливающих появление случайных изменений этой системы [1,2]. Которые, в свою очередь, существенно осложняют механизм принятия технологических и управленческих решений. Закономерности таких случайных событий изучает особый раздел математики – теория вероятностей. Построение прогнозно-управляемой математической модели на практике позволяет делать заключение о полученных закономерностях, разрабатывая на их основе алгоритмы принятий решений по построению технологического процесса.

На основе математического аппарата Марковских процессов разработаны методы построения технологии, позволяющие спрогнозировать уровень специальных характеристик для последующего эмалирования [3]. Полученная математическая модель позволяет определить рациональные режимы для формирования требуемых параметров микроструктуры и показателей заданного комплекса свойств.

Разработанная прогнозно-управляемая модель, позволяет сделать достоверный теоретико-вероятностный вывод и на его основании выдать рекомендации по совершенствованию процесса горячей прокатки стальной полосы. Используя математико-статистический метод можно не только оценить параметры генеральной совокупности, но и сделать заключение, касающееся точности, а значит и надежности данной оценки.

### Список литературы

1. Голубчик Э.М. Адаптивное управление качеством металлопродукции // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1(45). С. 63-68.
2. Полякова М.А., Ширяева Е.Н., Налимова М.В. Системный анализ технологического процесса горячей прокатки стальной полосы // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. Выпуск 2. С 360 – 369.
3. Ширяева Е.Н., Полякова М.А. Корректировка режимов охлаждения стального проката для эмалирования на основе математических моделей Марковских процессов // Управление большими системами: труды XVIII Всероссийской школы-конференции молодых ученых, 5-8 сентября 2022 г., Челябинск / под общ. ред. Д.А. Новикова, О.В. Логиновского; Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Минобр науки России. Электрон. текстовые дан. С. 143-150.

## Секция «Машины, агрегаты и процессы металлургического производства»

УДК 621.746.047:669.054.2

**Филатова О.А.**, канд. техн. наук, доц.,

**Камалихина З.В.**, аспирант,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

**Чиченева О.Н.**, канд. техн. наук, доц.,

НИТУ МИСиС, г. Москва, РФ

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМЫ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫЙ КОВШ – ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОВШ – КРИСТАЛЛИЗАТОР МНЛЗ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Представлены результаты моделирования и совершенствования конструкций оборудования манипуляторов и узлов системы сталеразливочный ковш - промежуточный ковш - кристаллизатор машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), обеспечивающих прохождение жидкой стали [1]. Представлены элементы манипуляторов, обеспечивающих установку и закрепление устройств, для прохождения жидкой стали из сталеразливочного ковша в ПК, через ПК и далее в кристаллизатор (КР). Дано моделирование работы оборудования и манипуляторов для подачи стали в ПК и КР в процессе прохождения жидкой стали [2]. Модель описывает движение жидкого металла в оборудовании манипуляторов и агрегатов системы ПК – КР [3]. Отмечено существенное влияние созданного и модернизированного оборудования МНЛЗ на уменьшение насыщения жидкого металла азотом и удаление неметаллических включений [4]. Совершенствование конструкций для рационального формирования потоков металла создает условия для повышения качества разливаемой стали [5].

#### Список литературы

1. Развитие конструкций для защиты жидкой стали при разливке на МНЛЗ / Точилкин В.В., Терентьев Д.В., Точилкин Василий В., Филатова О.А. // *Металлург.* 2022. № 10. С. 118–120.
2. Проектирование цехов сталеплавильного производства / К.Н. Вдовин, В.Ф. Мысык, В.В. Точилкин, Н.А. Чиченев. Москва-Вологда: Изд-во Инфра-Инженерия, 2021. 528 с.
3. Ячиков И.М., Вдовин К.Н., Точилкин В.В. Непрерывная разливка стали. Расчеты медных кристаллизаторов: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. госуд. техн. ун-та, 2014. 190 с.
4. Вдовин К.Н., Точилкин В.В., Ячиков И.М. Разработка огнеупорных конструкций для промежуточного ковша сортовой МНЛЗ // *Новые огнеупоры.* 2015. № 11. С. 3–7.
5. Конструкции и расчет металлоприемника промежуточного ковша симметричной многорулевой МНЛЗ / Вдовин К.Н., Точилкин Вас. В., Добрынин С.М., Мельничук Е.А., Точилкин В.В. // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.* 2019. Т.17. №3. С. 25–30. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2019-17-3-25-30>

**Точилкин В.В.**, д-р техн. наук, проф.,

**Шленкин С.А.**, магистрант

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЗАХВАТА И ПОДЪЕМА ЭЛЕКТРОДА ДСП**

Рассмотрена модернизация конструкций манипуляторов и оборудования: для зажима – разжима электрода, а также подъема электродов дуговой сталеплавильной печи (ДСП) [1]. Разработаны пневматические и гидравлические схемы манипуляторов для зажима - разжима электрода и отдельные конструкции оборудования для подъема электродов [2]. Показано существенное влияние параметров пневматического и гидравлического привода и его отдельных элементов на работу печи и её узлов [3]. Механизм зажима – разжима электродов один из основных узлов ДСП. Он обеспечивает зажим - разжим электрода на заданную величину. Рассмотрены схемы пневматического привода для разжима электродов на базе гибких приводных элементов. Приводы с гибкими элементами обладают рядом преимуществ по сравнению с приводами на основе цилиндров: большие развиваемые усилия (в начале диапазона), меньшая масса, больший диапазон регулирования скоростей, значительно меньше трение между подвижными частями механизма, большая удельная мощность, снижение эксплуатационных затрат [4]. Разработка манипуляторов и узлов ДСП позволит обеспечить эффективную работу в периоды работы металлургических машин и обеспечит их рациональное охлаждение. Эффект от внедрения будет получен за счет сокращения времени на обслуживание и ремонты [5].

### Список литературы

1. Проектирование цехов сталеплавильного производства / К.Н. Вловин, В.Ф. Мьсык, В.В. Точилкин, Н.А. Чиченев. Москва-Вологда: Изд-во Инфра-Инженерия, 2021. 528 с.
2. Точилкин В.В. Пневматические манипуляторы для отсечки конвертерного шлака // Вестник машиностроения. 2007. № 10. С. 42 - 44.
3. Точилкин В.В. Совершенствование конструкций гидравлического привода устройства для съема и установки двери печной камеры коксовой батареи // Кокс и химия. 2021. № 8. С. 33 - 35.
4. Гидравлический привод и средства автоматизации металлургических машин: учебник / Н.А. Чиченев, В.В. Точилкин, А.В. Нефедов, С.Н. Басков. Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2017. 198 с.
5. Точилкин В.В., Филатова О.А. Создание агрегатов и устройств технологических машин. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2020. 136 с.

**Ячиков И.М.**, д-р техн. наук, проф.,

ФГБОУ ВО «Южноуральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)», г. Челябинск, РФ

**Подосян Г.А.**, маг.,

Уральский федеральный университет им. Первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, РФ

**Еремин А.Н.**, инженер,

МРК ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОВШ – КРИСТАЛЛИЗАТОР СЛЯБОВОЙ МНЛЗ**

Представлены результаты создания и совершенствования конструкций оборудования агрегатов и узлов системы промежуточный ковш - кристаллизатор слябовой машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) [1]. Кристаллизатор является наиболее часто ремонтируемым оборудованием МНЛЗ. Он располагается в головной части МНЛЗ и, обычно, состоит из четырех или восьми медных водохлаждаемых стенок на стальных основаниях, формирующих прямоугольные полости, в которые разливается сталь и где формируется сляб [2]. Узкие медные стенки являются наиболее уязвимым элементом кристаллизатора. Износ происходит в нижней части. Максимальный износ приходится на углы - стык узких и широких стенок [2]. Для предотвращения «углового» фактора была разработана конструкция медных стенок с торцевыми скосами (буртами, «сусами»), что позволяет нивелировать возникающую при износе нормальную составляющую силы, приблизить толщину чулка в углу, к толщине по периметру [3]. Уменьшить концентратор, за счет увеличения угла. Отмечено влияние созданного оборудования МНЛЗ на уменьшение дефектов непрерывно литой заготовки. Совершенствование конструкций создает условия для повышения качества разливаемой стали [4].

### Список литературы

1. Проектирование цехов сталеплавильного производства / К.Н. Вдовин, В.Ф. Мысик, В.В. Точилкин, Н.А. Чиченев. Москва-Вологда: Изд-во Инфра-Инженерия, 2021. 528 с.

2. Ячиков И.М., Вдовин К.Н., Точилкин В.В. Непрерывная разливка стали. Расчеты медных кристаллизаторов: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. государственного техн. ун-та, 2014. 190 с.

3. Контакт непрерывно литого слитка с широкими стенками кристаллизатора слябовой МНЛЗ / Вдовин К.Н., Позин А.Е., Подосян А.А., Точилкин В.В., Петров И.Е. // Сталь. 2013. № 7. С. 70–72.

4. Конструкции и расчет металлоприемника промежуточного ковша симметричной многоручьевой МНЛЗ / Вдовин К.Н., Точилкин Вас. В., Добрынин С.М., Мельничук Е.А., Точилкин В.В. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2019. Т.17. №3. С. 25–30.



**Точилкин В.В.**, д-р техн. наук, проф.,

**Болдырев З.А.**, бак.

**Бидянов А.А.**, бак.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА ОБОРУДОВАНИЯ КОКСОВОЙ ПЕЧИ**

Рассматриваются конструкции оборудования коксовых печей: устройства для съема и установки дверей, устанавливаемых на коксовых печах [1]; механизмов открытия - закрытия фартуков коксотушильного вагона. Совершенствование гидравлического оборудования устройств обеспечивает: эффективную работу коксовой печи при выдаче кокса; условия для улучшения экологических условий. В работе рассмотрены вопросы, связанные с оценкой работоспособности работы гидравлической системы и насосной установки устройства для съема и установки дверей, а также механизмов открытия - закрытия фартуков коксотушильного вагона. Представлены компоновки новых систем гидравлического привода насосной установки и отдельных механизмов устройства [1]. Разработаны гидравлические схемы манипуляторов и отдельные конструкции оборудования [2]. Показано существенное влияние параметров гидравлического привода и его отдельных элементов на работу коксовой печи при выдаче кокса [3]. Разработка манипуляторов и узлов позволит обеспечить эффективную работу в периоды работы металлургических машин и обеспечить их рациональное обслуживание и охлаждение. Эффект от внедрения будет получен за счет сокращения времени на обслуживание и ремонты [5].

### Список литературы

1. Точилкин В.В. Совершенствование конструкций гидравлического привода устройства для съема и установки двери печной камеры коксовой батареи // Кокс и химия. 2021. № 8. С. 33 - 35.
2. Проектирование цехов сталеплавильного производства / К.Н. Вдовин, В.Ф. Мысик, В.В. Точилкин, Н.А. Чиченев. Москва-Вологда: Изд-во Инфра-Инженерия, 2021. 528 с.
3. Конструкции и расчет металлоприемника промежуточного ковша симметричной многоручьевой МНЛЗ / Вдовин К.Н., Точилкин Вас. В., Добрынин С.М., Мельничук Е.А., Точилкин В.В. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2019. Т.17. № 3. С. 25–30.
4. Гидравлический привод и средства автоматизации металлургических машин: учебник / Н.А. Чиченев, В.В. Точилкин, А.В. Нефедов, С.Н. Басков. Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2017. 198 с.
5. Точилкин В.В., Филатова О.А. Создание агрегатов и устройств технологических машин. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2020. 136 с.

**Точилкин В.В.**, д-р техн. наук, проф.,

**Визгалов М.П.**, маг.

**Качемов А.С.**, маг.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КРИСТАЛЛИЗАТОРОВ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ СЛЯБОВОЙ МНЛЗ**

Рассмотрена модернизация конструкций и систем гидравлического привода кристаллизаторов слябовой МНЛЗ [1]. Совершенствование оборудования непрерывной разливки стали, в частности, кристаллизаторов необходим для обеспечения максимального числа плавок при серийной разливке стали. Важнейшим условием совершенствования конструкций кристаллизаторов - анализ и оценка происходящих в нем процессов. Разработаны гидравлические схемы и отдельные конструкции оборудования механизмов кристаллизатора [2]. Показано существенное влияние параметров гидравлического привода и его отдельных элементов на работу кристаллизатора и МНЛЗ в целом [3]. Механизм качания кристаллизатора один из основных узлов слябовой машины. Он обеспечивает рациональную разливку непрерывно литого слитка. Разработка конструкций и систем кристаллизатора слябовой МНЛЗ позволит обеспечить эффективную работу в периоды работы металлургических машин и обеспечит их рациональное функционирование и охлаждение [4]. Эффект от внедрения будет получен за счет сокращения времени на обслуживание и ремонт [5].

### Список литературы

1. Проектирование цехов сталеплавильного производства / К.Н. Вдовин, В.Ф. Мысик, В.В. Точилкин, Н.А. Чиченев. Москва-Вологда: Изд-во Инфра-Инженерия, 2021. 528 с.
2. Вдовин К.Н., Позин А.Е., Подосян А.А., Точилкин В.В., Петров И.Е. Контакт непрерывно литого слитка с широкими стенками кристаллизатора слябовой МНЛЗ // Сталь. 2013. № 7. С. 70–72.
3. Ячиков И.М., Вдовин К.Н., Точилкин В.В. Непрерывная разливка стали. Расчеты медных кристаллизаторов: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. государственного техн. ун-та, 2014. 190 с.
4. Гидравлический привод и средства автоматизации металлургических машин: учебник / Н.А. Чиченев, В.В. Точилкин, А.В. Нефедов, С.Н. Басков. Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2017. 198 с.
5. Точилкин В.В., Филатова О.А. Создание агрегатов и устройств технологических машин. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2020. 136 с.

**Залилов Р.В.**, канд. техн. наук, доцент каф. ПиЭММО  
**Каюков С.Ю.**, лаборант исследователь научно-инновационного сектора  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ПЕРСОНАЛА РЕМОНТНОЙ СЛУЖБЫ ПРЕДПРИЯТИЙ**

В процессе работы предприятий возникает проблемы по поддержанию в работоспособном состоянии технологического оборудования, которое заключается в качественном проведении обслуживания и ремонта. От этих работ напрямую зависит качество выпускаемой продукции и потери как в временном, так и экономическом отношении. В связи этим чтобы исключить не качественное обслуживание оборудования, машины или агрегата у персонала должны иметься соответствующие навыки знания. Оценку компетенций можно проводить в следующих областях:

- Технологический процесс участка или предприятия с его особенностями;
- Факторы влияющие на качество выпускаемой продукции;
- Знание регламента согласно технической документации;
- порядок выполнение диагностики;
- Навыки использования измерительного и специального инструментов;
- Наличие специальных инструментов для выполнения технического обслуживания и ремонтов;
- Умение работы с технической документации;
- Оценивание критериев и параметров при проведении диагностики;
- Знания по применяемым смазочным материалам и оценки их состояния;
- Оценка технического состояния и ресурса.
- Установление причинно - следственных связей по изменения состояния элементов машин и оборудования

Для снижения морально – психологической нагрузки персонала оценку технических компетенций желательно проводить не в формате аттестаций, а в виде конкурса профессионального мастерства.

### Список литературы

1. Гилязова С.Р., Зарипова И.М. Готовность преподавателей технических вузов к формированию профессиональных компетенций студентов // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 24. С. 222-226.
2. Stangaliyeva, N. K. Formation of foreign communicative competence of technical universities students / N. K. Stangaliyeva // Bulletin of the Academy of Pedagogical Sciences of Kazakhstan. 2021. No 1(99). P. 95-100. DOI 10.51883/20704046\_2021\_1\_95.
3. Залилов Р.В. Повышение компетентности технического персонала, проводящего техническое обслуживание и ремонт оборудования // Механическое оборудование металлургических заводов. 2021. № 2 (17). с. 35-38.

**Осипова О.А.**, ст. преподаватель,  
**Пузык Е.А.**, канд. техн. наук, преподаватель,  
**Киселёва Е.А.**, преподаватель,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Курыгин А.Н.**, студент группы Мр-20-1,  
ФГБОУ ВО МпК «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ SIKE ПРИ ИЗУЧЕНИИ СИСТЕМЫ ТОИР МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН**

Компания SIKE с 2006 года разрабатывает электронные курсы, учебные компьютерные и комплексные тренажеры, VR и AR-тренажеры для профессиональной подготовки студентов и кадров.

Программное обеспечение «SIKE Электронный курс» позволяет проводить теоретическую интерактивную подготовку и аттестацию специалистов.

Программное обеспечение подходит для:

- Самостоятельного обучения в компьютерном классе.
- Использования в качестве наглядных материалов на лекционных занятиях.

Электронные курсы SIKE ежегодно попадают в ТОП-15 лучших электронных курсов России.

Ключевая компетенция - разработка комплексных решений для подготовки специалистов по рабочим профессиям: от теории с использованием электронных курсов, до полноценных тренажеров-симуляторов, позволяющих отработать профессиональные навыки. Все это в комплексе дает возможность не только сформировать необходимые компетенции по ключевым специальностям, но и использовать данные решения как оценочные средства при проверке сотрудников на соответствие требованиям профессиональных стандартов.

Электронный курс SIKE “Слесарь-ремонтник” предназначен для профессиональной подготовки и повышения квалификации работников, занятых ремонтом, монтажом и демонтажом производственного оборудования, необходимого для поддержания промышленно-технических процессов, а так же переподготовку специалистов иных производственных сфер.

В МпК при изучении междисциплинарных курсов производственных модулей, таких как, организация монтажных и ремонтных работ промышленного оборудования и техническое обслуживание промышленного оборудования.

Учебный курс SIKE “Слесарь-ремонтник”.

### Список литературы

1. Электронный курс. Слесарь-ремонтник. Техническое обслуживание оборудования

[file:///D:/Sike/SIKE%20%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%20%C2%AB%D0%A1%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%B0%D1%80%D1%8C%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%20%D0%A1%D0%94%D0%9E-%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%8F\)/SIKE.Locksmithrepairman\\_10\\_TOIR%D0%90205/story.html](file:///D:/Sike/SIKE%20%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%20%C2%AB%D0%A1%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%B0%D1%80%D1%8C%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%20%D0%A1%D0%94%D0%9E-%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%8F)/SIKE.Locksmithrepairman_10_TOIR%D0%90205/story.html)

**Яруллин Р.Ж.**, студент,  
**Слободянский М.Г.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ПОДЪЕМА МОСТОВОГО КРАНА 30/5Т ЛПЦ-5 ПАО «ММК», ОТВЕЧАЮЩЕГО ТРЕБОВАНИЯМ УСТАНОВЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ТОиР**

При проведении реконструкции механического оборудования необходимо учитывать, что его ресурс должен соответствовать требованиям системы ТОиР установленной на металлургическом предприятии. В настоящее время при назначении ремонтных циклов используются данные о наработках аналогичных технических объектов, однако в случае введения в эксплуатацию оборудования впервые, возникает необходимость проектной оценки периодичности ремонтов.

В данной работе предлагается реконструкция мостового крана грузоподъемностью 30т работающего на участке агрегатов поперечной резки ЛПЦ-5 ПАО «ММК». Суть предлагаемых мероприятий заключается в установке механизма вспомогательного подъема грузоподъемностью 5т позволяющего обеспечить возможность ускоренного демонтажа элементов агрегата резки при проведении его ремонта.

При разработке конструкции вспомогательного подъема использована методика аналитической оценки среднего ресурса деталей и узлов по критерию кинетической прочности [1-3], а также инструменты моделирования их напряженно-деформированного состояния реализованных в САПР Autodesk Inventor Nastran. Для оценки возможности технического обслуживания и ремонта разрабатываемого оборудования, в рамках установленной на предприятии системы ТОиР, использован теоретический подход позволяющий классифицировать наиболее ответственные элементы конструкции по критерию их относимости к соответствующей группе ремонта.

### Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2020618192 Российская Федерация. Долговечность деталей машин / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов, В.П. Анцупов, Ю.С. Ляшева, М.Г. Слободянский // Заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». № 2020617272; заявл. 16.07.2020; опубл. 22.07.2020. 1 с.
2. Особенности проектной оценки долговечности деталей машин в условиях много- и малоциклового усталости / Анцупов А.В. (мл.), Анцупов А.В., Анцупов В.П. и др. // Механическое оборудование металлургических заводов. 2014. Вып. 3. С. 40-47.
3. Проектная оценка повреждаемости материалов и долговечности образцов при испытаниях их на разрывной машине / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов, М.Г. Слободянский, В.П. Анцупов // Механическое оборудование металлургических заводов. 2013. Вып. 2. С. 70-76.

**Артамонова Д.И.**, студент,  
**Слободянский М.Г.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТАЦИОНАРНОЙ ДРОБИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ШЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ СМД-110 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕМОНТНЫХ ЦИКЛОВ ОБОРУДОВАНИЯ**

В настоящее время при проектировании и эксплуатации механического оборудования металлургических предприятий для определения рациональных ремонтных циклов используется опыт эксплуатации аналогичных агрегатов, работающих в схожих условиях. Формирование структуры ремонтного цикла является проблематичным, если проектируемое оборудование вводится в эксплуатацию на предприятии впервые.

Оборудование для переработки сыпучих материалов не является стандартным и его конструктивные особенности определяются условиями сформулированными в техническом задании на проектирование, в котором наряду с техническими характеристиками приводятся требования к срокам его эксплуатации. Таким образом актуальным является вопрос использования современных аналитических подходов к составлению ремонтных циклов оборудования на стадии его проектирования.

В данной работе разработана конструкция дробильной установки стационарного типа на базе щековой дробилки СМД-110 производительностью 60 м<sup>3</sup>/ч, включающая в себя приёмный бункер с шиберным затвором имеющим электро-механический привод, подающий ленточный конвейер с шириной ленты 600 мм обеспечивающий бесперебойную подачу материала в камеру дробления щековой дробилки, опорную сварную конструкцию неразборного типа для размещения дробилки с наличием площадки для проведения технического обслуживания и отводящий ленточный конвейер выполняющий штабелирование материала. Для проектируемой установки на основании результатов теоретической оценки среднего ресурса, с использованием широко известного подхода, опубликованного в работах [1-3], для наиболее ответственных элементов конструкции, определен рациональный ремонтный цикл по критерию наименьшей трудоемкости выполнения ремонтных операций.

### Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2020618192 Российская Федерация. Долговечность деталей машин / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов, В.П. Анцупов, Ю.С. Ляшева, М.Г. Слободянский // Заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». № 2020617272; заявл. 16.07.2020; опубли. 22.07.2020. 1 с.

2. Анцупов А.В. (мл.), Анцупов А.В., Анцупов В.П. и др. Особенности проектной оценки долговечности деталей машин в условиях много- и малоцикловой усталости // Механическое оборудование металлургических заводов. 2014. Вып. 3. С. 40-47.

3. Проектная оценка повреждаемости материалов и долговечности образцов при испытании их на разрывной машине / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов, М.Г. Слободянский, В.П. Анцупов // Механическое оборудование металлургических заводов. 2013. Вып. 2. С. 70-76.

**Макаров А.А.**, студент,  
**Слободянский М.Г.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ФАБРИКИ НА ОСНОВЕ ПРОЕКТНОЙ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ**

Разработана конструкция ленточного горизонтально-наклонного конвейера, для мусороперерабатывающей фабрики города Магнитогорска, обеспечивающего подачу сырья в пакетир-пресс. На основании выполненных проектных расчетов осуществлен выбор оборудования для привода тягового барабана конвейера, материал ленты, разработана конструкция винтового натяжного устройства и опорные металлоконструкции.

Для оценки возможности эксплуатации предлагаемой конструкции конвейера в рамках установленной системы ТОиР выполнен расчет среднего ресурса наиболее нагруженных деталей и узлов по различным критериям работоспособности. Расчет среднего ресурса производился с использованием программы «Долговечность деталей машин» [1], в основу которой заложены базовые уравнения кинетической теории прочности и термодинамического условия разрушения твердых тел [2-5]. На основании полученных результатов сделан вывод о возможности и целесообразности эксплуатации предлагаемой конструкции горизонтально-наклонного конвейера на мусороперерабатывающей фабрике города Магнитогорска, в соответствии с требованиями установленной на предприятии системы ТОиР.

### Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2020618192 Российская Федерация. Долговечность деталей машин / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов, В.П. Анцупов, Ю.С. Ляшева, М.Г. Слободянский // Заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». № 2020617272; заявл. 16.07.2020; опубл. 22.07.2020. 1 с.
2. Особенности проектной оценки долговечности деталей машин в условиях много- и малоциклового усталости / Анцупов А.В. (мл.), Анцупов А.В., Анцупов В.П. и др. // Механическое оборудование металлургических заводов. 2014. Вып. 3. С. 40-47.
3. Проектная оценка повреждаемости материалов и долговечности образцов при испытании их на разрывной машине / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов, М.Г. Слободянский, В.П. Анцупов // Механическое оборудование металлургических заводов. 2013. Вып. 2. С. 70-76.
4. Основы проектной оценки долговечности металлургического оборудования на примере расчета пластинчатого питателя агломерационной фабрики: Учебное пособие. / В.П. Анцупов, М.Г. Слободянский, А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 198 с.

**Тютеряков Н.Ш.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Берк Р.А.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА НАГРУЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ РОЛИКОВ ВАЛКОВОЙ АРМАТУРЫ В ПРОЦЕССЕ КАНТОВАНИЯ ПРОКАТЫВАЕМЫХ ПОЛОС НА СОРТОВЫХ СТАНАХ ПАО «ММК»**

Валковая арматура сортовых станов является одной из составляющих комплекса технологического инструмента. Надежность конструкций применяемой арматуры, долговечность отдельных ее деталей в значительной степени определяют качество готовой продукции сортового стана и в целом эффективность ее производства [1].

В данной работе основное внимание было уделено изучению износостойкости изнашиваемых деталей валковой арматуры качения – роликов. Целью исследования являлась замена дорогостоящих импортных роликов роликами из дешевых, доступных материалов, имеющихся на ПАО «ММК». Так же рассматривалось использование современных наплавочных материалов [2, 3, 4].

Выполнен расчет моментов и усилий в кантующей арматуре RTS при скручивании полос, а так же определены усилия на кантующие ролики при кантовании [5].

Результаты расчетов показали возможность снижения радиальных усилий арматуры RTS-15 на 40% и на 26% арматуры RTS-12 при незначительном увеличении осевых усилий. Это положительно скажется на долговечности кантующих роликов и подшипников. Для остальных проводок уменьшение усилий не существенное, поскольку не превышает 5..10% и не могут быть определяющими для рекомендации перепрофилирования этих роликов [5].

### Список литературы

1. Кандауров Л.Е., Тютеряков Н.Ш. Повышение качества сортовых заготовок на основе прогнозирования величины предельного износа валковой арматуры // Производство проката. 2008. № 12. С. 6-7.
2. Исследование влияния химического, фазового и гранулометрического составов наплавочных порошков на эксплуатационные свойства покрытий систем железо-углерод-хром-ванадий и железо-углерод-хром-марганец-азот / Нефедьев С.П., Дема Р.Р., Тютеряков Н.Ш. // Отчет о НИР № 191ГС1/8743 от 24.12.2014 (Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере).
3. Тютеряков Н.Ш., Оншин Н.В., Кандауров Л.Е. Влияние высоких температур на изнашивание материалов при абразивном износе // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2006. № 1 (13). С. 50-53.
4. Integrated process for drawing wire rod without a die plate and descaling the rod surface. Bakhmatov Y.F., Pashchenko K.G., Kal'Chenko A.A., Belov A.S., Tyutyryakov N.S. Metallurgist. 2014. Т. 58. № 3-4. С. 316-320.
5. Определение усилий, действующих на кантующие ролики валковой арматуры RTS сортовых станов ПАО «ММК», в процессе скручивания полосы / Тютеряков Н.Ш., Савинов А.С., Андросенко М.В., Рудь К.И., Залилов Р.В. // Теория и технология металлургического производства. 2020. № 1 (32). С. 47-49.



**Тютеряков Н.Ш.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РОЛИКОВ ВАЛКОВОЙ АРМАТУРЫ СОРТОВЫХ СТАНОВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Валковая арматура, образуя с прокатными валками единый комплекс технологического инструмента, является неотъемлемой частью основных агрегатов сортовых станов – рабочих клетей [1]. Валковая арматура содержит сменные детали, подвергающиеся изнашиванию. Эти детали требуют периодической замены или восстановления.

В работе рассмотрена модель теплообмена роликов валковой арматуры с прокатываемой полосой и охлаждающей водой [2, 3]. Так же рассмотрены современные материалы для использования роликов валковой арматуры [4].

Тепловая модель позволяет определять температуру роликов, как в их объеме, так и на рабочих поверхностях с целью разработки способов повышения износостойкости рабочих элементов валковой арматуры [3].

Для решения поставленной задачи было выведено трехмерное уравнение теплопроводности, а так же граничные условия [3].

Решение системы уравнений производилось с помощью программы FlowVision методом конечных разностей [3].

Предложенная математическая модель с достаточной точностью отражает тепловое состояние роликов валковой арматуры в процессе их работы. Сравнение результатов расчетов с измеренными значениями температур роликов, проведенных с помощью тепловизера марки FLIR, показали приемлемую сходимость результатов для моделей подобного типа [3].

### Список литературы

1. Кандауров Л.Е., Тютеряков Н.Ш. Повышение качества сортовых заготовок на основе прогнозирования величины предельного износа валковой арматуры // Производство проката. 2008. № 12. С. 6-7.
2. Тютеряков Н.Ш., Оншин Н.В., Кандауров Л.Е. Влияние высоких температур на изнашивание материалов при абразивном износе // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2006. № 1 (13). С. 50-53
3. Тютеряков Н.Ш., Дема Р.Р., Латыпов О.Р. Моделирование тепловых процессов в роликах валковой арматуры сортопрокатных станов // Технология металлов. 2020. № 8. С. 41-46.
4. Исследование влияния химического, фазового и гранулометрического составов наплавленных порошков на эксплуатационные свойства покрытий систем железо-углерод-хром-ванадий и железо-углерод-хром-марганец-азот / Нефедьев С.П., Дема Р.Р., Тютеряков Н.Ш. // Отчет о НИР № 191ГС1/8743 от 24.12.2014 (Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере).

**Тютеряков Н.Ш.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Вахитов Д.В.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА РЕСУРСА ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ВАЛКОВОЙ АРМАТУРЫ FRS9 СОРТОВОГО СТАНА 170 ПАО «ММК»**

Арматура FRS9 установленная в клетях №3 и №5 стана 170 сортового цеха ПАО «ММК», используется для удержания раската после кантующей арматуры RTC15 и RTC12 [1, 2]. Установлено, что данный тип арматуры не удовлетворяет требованиям эксплуатации так как подшипники не обладают достаточной несущей способностью что ведет к их разрушению.

В работе рассмотрена модель изнашивания подшипников скольжения, которые устанавливались во вводную валковую арматуру FRS-9 клетей №3 и №5 сортового стана 170 ПАО «ММК» [3, 4].

Решение системы уравнений производилось с помощью программы Microsoft Excel. [3, 4]

Было установлено влияние на ресурс, силу трения, контурные давления различных характеристик таких как: конструктивных параметров подшипника, фрикционных характеристик материалов и условий обработки поверхности [3, 4].

Из анализа представленных зависимостей следует, что повышение ресурса можно добиться применением антифрикционных материалов, с малыми значениями фрикционных характеристик, но в тоже время имеющую достаточную поверхностную твердость [5].

### Список литературы

1. Кандауров Л.Е., Тютеряков Н.Ш. Повышение качества сортовых заготовок на основе прогнозирования величины предельного износа валковой арматуры // Производство проката. 2008. № 12. С. 6-7.
2. Тютеряков Н.Ш., Оншин Н.В., Кандауров Л.Е. Влияние высоких температур на изнашивание материалов при абразивном износе // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2006. № 1 (13). С. 50-53
3. Оншин Н.В., Тютеряков Н.Ш., Трофимова А.Л. Методика оценки ресурса роликов валковой арматуры // Механическое оборудование металлургических заводов. 2012. № 1 (1). С. 34-39.
4. Определение усилий, действующих на кантующие ролики валковой арматуры RTC сортовых станов ПАО «ММК», в процессе скручивания полосы / Тютеряков Н.Ш., Савинов А.С., Андросенко М.В., Рудь К.И., Залилов Р.В. // Теория и технология металлургического производства. 2020. № 1 (32). С. 47-49.
5. Исследование влияния химического, фазового и гранулометрического составов наплавленных порошков на эксплуатационные свойства покрытий систем железо-углерод-хром-ванадий и железо-углерод-хром-марганец-азот / Нефедьев С.П., Дема Р.Р., Тютеряков Н.Ш. // Отчет о НИР № 191ГС1/8743 от 24.12.2014 (Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере).

**Пузик Е.А.**, канд. техн. наук, преподаватель,  
**Щелоков Н.С.**, преподаватель,  
**Бойко М.В.**, студент группы Мг-21-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» МпК, г. Магнитогорск, РФ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА СГУ-УН-018-109ЛР-02 И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ FLUIDSIM ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ОБЪЁМНЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ, ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА»**

С принятием ФП «Профессионалитет», который стал перезагрузкой системы среднего профобразования, в многопрофильном колледже города Магнитогорск прошел ряд изменений в рабочих программах дисциплин с переводом больших часов изучаемого материала на практическую подготовку. В связи с этим более активно задействован лабораторный фонд колледжа.

Студенты специальности 15.02.03 «Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов и гидропневмоавтоматики» уже со 2 курса начинают изучать и моделировать гидравлические приводы разной степени сложности благодаря лабораторному стенду СГУ-УН-018-109ЛР-02 и программному обеспечению FluidSIM.

Программа FluidSim разработана компанией Festo Didactic и предназначена для конструирования схем гидропривода и гидроавтоматики с ручным, электрическим и электронным управлением [1]. Она позволяет исследовать работу составленных схем в различных режимах с использованием мультипликации. Для построения схем используются стандартные обозначения элементов, а интерфейс программы интуитивно понятен. Имеется аналогичная программа для моделирования работы пневмопривода.

Благодаря данному ПО студенты изучают не только моделирование гидро- и пневмопривода, но и основы релейно-контактных систем управления приводами, что делает их более востребованными специалистами на рынке труда.

Применение новых умений на практике студенты отрабатывают на лабораторном стенде СГУ-УН-018-109ЛР-02, который оснащен современным пропорциональным и сервооборудованием, а также блоком автоматизации. Это позволяет с помощью ПО «PIA Portal», обучающимся освоить навыки управления приводом посредством языка программирования LAD.

### Список литературы

1. Боровиков А.В. Исследование работы гидропривода с помощью программы fluidsim // Международный студенческий научный вестник. 2019. № 5 (Ч. 1).

**Доронин В.А.**, ученик 11 класса Проектной школы  
**Климова А.Е.**, ученица 10 класса Проектной школы  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРАВИЛЬНОЙ КЛЕТКИ ЛИНИИ ПЕРФОРАЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОЦИНКОВАННОГО МАЯЧКОВОГО ПРОФИЛЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

В наши дни все крупные научно-исследовательские и проектные институты, производственные предприятия и инжиниринговые фирмы в своей работе применяют компьютерные системы технологического моделирования (САМ/САЕ-системы), сменившие программы расчета технологических процессов. САМ/САЕ-системы представляют собой «программные конструкторы», позволяющие достаточно быстро «собирать» практически любые процессы и технологические схемы, выполнять многовариантные расчеты технологических режимов функционирования, материальных и тепловых балансов, основных показателей качества сырья и продукции [1, 2]. Применение технологического моделирования эффективно при поиске решений по реконструкции производства и модернизации технологии. С помощью технологических моделей объектов, действующих на предприятии, эта задача может решаться достаточно квалифицированно и с минимумом ошибок. Это объясняется тем, что расчетный анализ моделей в итоге позволяет отбросить все нерациональные варианты, уточнить концепции реконструкции, определить все приемлемые решения с минимумом затрат времени и сил. Кроме того технологические модели нужны для анализа состояния технологии, а также обоснования перспективных и текущих планов. Наличие конструкторской документации позволяет изготавливать и своевременно менять изношенные детали оборудования с целью обеспечения его работоспособности. По схеме общего вида разработаны 3D модели, 3D сборка и рабочие чертежи клетки линии перфорации для производства оцинкованного маячкового профиля, применяемого в строительстве.

### Список литературы

1. Скрипничук Е.В., Решетникова Е.С. Реверсивный инжиниринг // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки. 2021. № 20. С. 238-245.
2. Решетникова Е.С., Савельева И.А., Свистунова Е.А. Методы геометрического моделирования и компьютерная графика с учетом стандарта компетенции WorldSkills «Инженерный дизайн CAD» // Педагогика и просвещение. 2021. № 2. С. 1-12. DOI: 10.7256/2454-0676.2021.2.32225 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=32225](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32225)

*Под руководством Рыскиной Е.С., доцента кафедры ПиЭММО, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Куцендик А.В.**, ученик 11 класса Проектной школы  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Ляшева Ю.С.**, педагог дополнительного образования  
ГБУ ДО «ДЮТТ» ДТ «Кванториум», г. Магнитогорск, РФ

## **РЕВЕРСИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ВЕДУЩЕЙ ЗВЕЗДЫ ДВИГАТЕЛЯ 172FMM**

Технология реверс-инжиниринга позволяет не только получить электронную копию объекта, но и дает возможность контроля качества [1], последующего создания усовершенствованных или принципиально новых продуктов средствами промышленного дизайна [2]. Готовая CAD-модель может быть использована для изготовления изделия как аддитивными, так и традиционными методами.

Конструкция заводской детали защиты ведущей звезды мотора 172FMM часто подвергается изменению со стороны мотолюбителей. В качестве решения используют подручные средства или заказывают пластиковую защиту на зарубежных сайтах. Внесение изменений в конструкцию связано с рядом недостатков:

- при активном катании по различным внедорожным покрытиям (глина, густой лес, песок, трассы для мотокросса и т. д.) под защиту попадает большое количество земли и мусора, который впоследствии может деформировать или сломать заводскую защиту;

- деталь заводской конструкции крайне неудобна в обслуживании - мойка мотоцикла существенно увеличивается по времени, а смазка цепи требует большого затрата ГСМ.

Цель проекта: создание улучшенной конструкции защиты двигателя с помощью современных технологий, изготовление опытного образца и проведение испытаний.

Для достижения поставленной цели:

1. Выполнено сканирование заводской детали защиты ведущей звезды мотора 172FMM помощью 3D сканера SHINING 3D EINSCAN-SP;
2. Обработан файл сканированной детали и внесены изменения в конструкцию детали защиты с помощью 3D моделирования;
3. Разработан чертеж для изготовления опытного образца.

### Список литературы

1. Корчунов А.Г., Решетникова Е.С. Исследование точности геометрии вала с помощью 3D сканирования // Механическое оборудование металлургических заводов. 2021. № 2 (17). С. 9-13.

2. Решетникова Е.С., Усатая Т.В., Курзаева Л.В. Разработка метода визуализации производственных объектов с применением технологий дополненной реальности // Программные системы и вычислительные методы. 2021. № 1. С. 10-21.

DOI: 10.7256/2454-0714.2021.1.32708 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=32708](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32708)

**Мамлеева А.Л.**, ученица 11 класса Проектной школы  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Ляшева Ю.С.**, педагог дополнительного образования  
ГБУ ДО «ДЮТТ» ДТ «Кванториум», г. Магнитогорск, РФ

### **3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ДЛЯ СОЗДАНИЯ AR-ПРИЛОЖЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ЛИН-ЛАБОРАТОРИИ МГТУ**

Сегодня принято использовать трехмерное моделирование в САД-системах как средство разработки конструкторской документации, визуализации работы на различных этапах проектирования и подготовки объектов к инженерному анализу. Использование AR-решений не параллельно, а во взаимодействии с современными системами автоматизированного проектирования, позволит избежать ошибок проектирования, повысит качество обучения производственного персонала и упростит процесс демонстрации проектов [1, 2].

На основе созданных трехмерных моделей деталей и сборки топливного насоса, применяемого для обучения в ЛИН-лаборатории МГТУ им. Г.И. Носова, разрабатывается AR-приложение для наглядной демонстрации устройства в среде разработки мультимедийных приложений Unity. Преимущества использования данного приложения заключаются в том, что продемонстрировать устройство можно без включения компьютера с установленной САД - системой, в которой создан проект. Рассмотреть сборку полностью снаружи и внутри, скрывая различные детали, можно со всех сторон путем наведения камеры на соответствующее поле чертежа и поворота смартфона. Подобная демонстрация проекта будет понятна и заказчикам, и работникам предприятия, не владеющими САПР. Технологии виртуальной и дополненной реальности постепенно внедряются в образовательный процесс в высших и средних учебных заведениях и показывают свою эффективность.

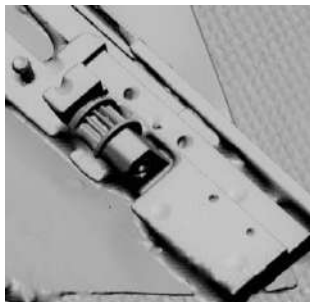
#### Список литературы

1. Решетникова Е.С., Усатая Т.В., Курзаева Л.В. Разработка метода визуализации производственных объектов с применением технологий дополненной реальности // Программные системы и вычислительные методы. 2021. № 1. С. 10-21. DOI: 10.7256/2454-0714.2021.1.32708 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=32708](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32708)
2. Скрипничук Е.В., Решетникова Е.С. Реверсивный инжиниринг // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки. 2021. № 20. С. 238-245.
3. Решетникова Е.С., Савельева И.А., Свистунова Е.А. Геометрическое моделирование и разработка пользовательских библиотек при проектировании объектов машиностроения // Программные системы и вычислительные методы. 2020. № 1. С. 1-7. DOI: 10.7256/2454-0714.2020.1.32292 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=32292](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32292)

**Осипов А.К.**, ученик 10 класса Проектной школы  
**Люляева К.В.**, ученица 11 класса Проектной школы  
**Рыскина Е.С.**, канд. техн. наук, доцент каф. ПиЭММО  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-СКАНИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Реверс-инжиниринг относительно молодое и перспективное направление в машиностроении и в науке в целом. Современный обратный инжиниринг затрагивает все этапы производства от готового изделия к проекту. 3D-сканирование дает возможность перенести физический объект или его отдельные элементы в цифровую форму для последующего создания усовершенствованных или принципиально новых продуктов средствами промышленного дизайна. Готовая САД-модель может быть использована для изготовления изделия как аддитивными, так и традиционными методами. Технологии сканирования позволяют воссоздать объекты или их элементы в случае отсутствия конструкторской документации, в том числе изношенные или устаревшие с целью их модернизации [1]. На рисунке представлен скан механизма, на который отсутствует конструкторская документация. Произведены работы по эскизированию и разработке чертежей деталей, входящих в состав механизма.



Скан механизма

В процессе моделирования 3D-сборки механизма выявлены ошибки в размерах, полученные в процессе эскизирования. Сканирование механизма в данном случае позволило проверить размеры деталей, найти и устранить ошибки и проверить 3D-модель на соответствие реальному объекту.

### Список литературы

1. Скрипничук Е.В., Решетникова Е.С. Реверсивный инжиниринг // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки. 2021. № 20. С. 238-245.

**Плетенкова О.А.**, ученица 11 класса Проектной школы  
**Скрипничук Е.В.**, студент группы МПТ-21,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Ляшева Ю.С.**, педагог дополнительного образования  
ГБУ ДО «ДИЮТГ» ДТ «Кванториум», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ СКУЛЬПТУРЫ**

Кинетическое искусство, занимающее значительное место в современном художественном процессе, представляется многообразием форм и явлений и имеет глубокие исторические корни. В его основе лежит идея движения, но не просто физическое перемещение, а любая трансформация формы во время созерцания произведения зрителем. Авторы кинетических произведений стремятся при помощи различных средств воздействия на зрителя «передать в кинетических пространственных композициях специфику современной научно-технической революции» [1, 2]. Главной характеристикой кинетического искусства является динамичность. Арт-объект не просто перемещается в пространстве, но и трансформируется. Эти изменения происходят под воздействием света, ветра, электромагнитных сил.

Проектная школа ФГБОУ ВО "МГТУ им. Г.И.Носова" основана в 2020 году. Деятельность школы освещается средствами массовой информации и в сети интернет. Кинетическая скульптура, установленная в одном из скверов МГТУ им. Носова, может повысить интерес к Проектной школе, как у детей, так и у взрослых и позволит наглядно продемонстрировать навыки, полученные в результате проектной деятельности. В процессе работы над проектом разработан дизайн и конструкция кинетической скульптуры для Проектной школы ФГБОУ ВО "МГТУ им. Г.И. Носова". Для моделирования и визуализации проекта использованы современные САД-системы: Autodesk Inventor и Blender. Разработана конструкторская документация для изготовления кинетической скульптуры.

### **Список литературы**

1. Эксперимент в промышленном дизайне. Теория и метод кейсов: сборник материалов научно-практического интенсива. М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2020. 97 с.
2. Стущия И. А. Произведения кинетического искусства: художественные особенности и основные функции // Манускрипт. 2017. №12-5 (86). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proizvedeniya-kineticheskogo-iskusstva-hudozhestvennyye-osobennosti-i-osnovnyye-funktsii> (дата обращения: 03.04.2022). – Текст : электронный.



**Салов М.А.**, ученик 11 класса Проектной школы  
**Рыскина Е.С.**, канд. техн. наук, доцент каф. ПиЭММО  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ БИБЛИОТЕКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Основной деятельностью компании «Урал-Омега» [1] является проектная, инжиниринговая деятельность, разработка и создание комплексных производств; технологии и научно-техническая деятельность в области переработки рудных и нерудных материалов; производство, поставка, монтаж, сервисное обслуживание дробильного, сортировочного, измельчительного и классифицирующего оборудования. Работы по проектированию производятся в системе автоматизированного проектирования Autodesk Inventor. Современные САПР содержат значительное количество библиотек стандартных изделий: крепежные изделия, подшипники и детали машин, профили, детали пневмо- и гидросистем и др. Однако ни один набор библиотек, имеющийся в комплектации любой системы автоматизированного проектирования, не может охватить все многообразие направлений и отраслей промышленности и полностью удовлетворить требования всех пользователей [2]. Для работы компании «Урал-Омега» требуется специализированная библиотека промышленного оборудования. 3D модели оборудования за годы работы накопились в большом количестве и часто используются при проектировании новых линий и производств.

Цель проекта: разработка пользовательской библиотеки промышленного оборудования для закрытого акционерного общества "Урал-Омега". Задачи:

1. Изучить область деятельности предприятия и типы проектируемого и производимого оборудования;
2. Определить структуру пользовательских библиотек Autodesk Inventor;
3. Разработать пользовательскую библиотеку промышленного оборудования.

По заданию компании «Урал-Омега» разработана пользовательская библиотека промышленного оборудования с использованием моделей, предоставленных компанией в соответствии с требуемой классификацией по типам оборудования для ускорения процесса проектирования технологических линий.

### Список литературы

1. ЗАО «Урал-Омега» [Электронный ресурс]: [сайт]. 2022. URL: <https://uralomega.ru> (дата обращения: 03.04.2022). Текст: электронный.
2. Решетникова Е.С., Савельева И.А., Свистунова Е.А. Геометрическое моделирование и разработка пользовательских библиотек при проектировании объектов машиностроения // Программные системы и вычислительные методы. 2020. № 1. С. 1-7. DOI: 10.7256/2454-0714.2020.1.32292 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=32292](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32292)

**Субботина В.С.**, ученица 11 класса Проектной школы  
**Люляева К.В.**, ученица 11 класса Проектной школы  
**Рыскина Е.С.**, канд. техн. наук, доцент каф. ПиЭММО  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ И 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОТЕЗА**

За последние несколько лет 3D-печать пережила бурный рост в медицинской сфере. Больницы быстро внедряют инновации с помощью собственной 3D-печати, предоставляя индивидуализированную помощь по запросу [1, 2]. В рамках проектной деятельности в Проектной школе ФГБОУ ВО МГТУ им. Г.И. Носова современные 3D технологии используются для помощи братьям нашим меньшим – моделирование и печать протезов и ортезов для животных. Идея моделирования в современных САД-системах и печати протезов и ортезов на 3D принтерах не нова и в настоящее время все чаще применяется для протезирования людей. Для животных подобные технологии используются достаточно редко. Ветеринарные клиники предлагают для животных утративших конечность или часть конечности протезы, процесс установки которых подразумевает операцию. Накладные индивидуальные протезы позволят избежать хирургического вмешательства, обеспечив при этом удобство применения. Процесс сканирования здоровой и больной лап щенка проведен с использованием оборудования и программного обеспечения, предоставленного инновационной компанией ООО «РнД МГТУ». Сканирование металлургического оборудования и различных неподвижных объектов является привычной областью применения сканера. В случае с собакой процесс был затруднен подвижностью.

На базе сканов в системе автоматизированного проектирования создана модель протеза. Основным преимуществом использования произведенных с помощью 3D-печати протезов, является большой потенциал для индивидуальной настройки, которая обеспечит наилучшее соответствие модели конкретному животному, и, соответственно, делает реабилитацию проще и быстрее.

### Список литературы

1. Аддитивные технологии - динамично развивающееся производство / Гончарова О.Н., Бережной Ю.М., Бессарабов Е.Н., Кадамов Е.А., Гайнутдинов Т.М., Нагопетьян Е.М., Ковина В.М. // ИВД. 2016. №4 (43). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/additivnye-tehnologii-dinamichno-razvivayuscheesya-proizvodstvo> .
2. Холодилов, А. А. Инновационное применение аддитивных технологий в медицине // Молодой ученый. 2019. № 5 (243). С. 35-38. URL: <https://moluch.ru/archive/243/56150/> .

**Чухров Е.А.**, магистрант,  
**Усатая Т.В.**, канд. пед. наук, доцент кафедры ПиЭММО,  
**Дерябина Л.В.**, канд. пед. наук, доцент кафедры ПиЭММО,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ДИЗАЙН ОБЪЕКТОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ УМНОГО ДОМА

Современный человек живет в таких реалиях мира, где множество простых и повседневных задач можно автоматизировать или же по максимуму упростить. В жизни человека имеется огромное количество бытовых задач, которые в совокупности занимают довольно много времени. В настоящее время технологии автоматического и удалённого управления помогают не только сэкономить деньги, но и время, что является наиболее ценным ресурсом в жизни человека. Помимо этого подобные системы позволяют быть уверенным в безопасности своего жилища. Удобство и комфорт являются основными критериями популяризации таких автоматизированных систем, как «умный дом». На рынке имеется огромное количество технологий, которые можно комбинировать под различные нужды и предпочтения потребителя [1].

«Умный дом» - это своего рода инструмент повышения уровня комфорта жизни человека. Так же дизайн имеет немаловажное значение в создании комфорта в интерьере. Таким образом, дизайн элементов управления автоматизированной системой «умный дом» играет немалую роль в эстетических потребностях человека [2].

Нами предлагается рассмотреть дизайн различных существующих элементов управления системой «умный дом» как главное организующее направление в организации пространства жилища с точки зрения и эргономики, и эстетики, а главное эффективности использования различных ресурсов - воды, газа и электроэнергии в большей степени [3]. Все это можно организовать предложив дизайн-концепцию организации пространства и управления объектами умного дома как взаимосвязанной эргономической системы: человек-изделие среза или системы человек-машина среда, причем из системы нельзя исключить ни один элемент, каждый элемент рассматривается как системообразующий и всегда во взаимосвязи с другими элементами.

### Список литературы

1. Решетникова Е.С., Усатая Т.В., Курзаева Л.В. Разработка метода визуализации производственных объектов с применением технологий дополненной реальности // Программные системы и вычислительные методы. 2021. № 1. С. 10-21.
2. Усатый Д.Ю., Шленкин С.А. Устройства и объекты умного дома // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы 80-й международной научно-технической конференции. 2022. С. 156.
3. Malakhov O.S., Usaty D.Y., Dyorina N.V. The engine control unit improvement for air- mixture control and engine power development // Proceedings - 2021 International Russian Automation Conference, rusautocon 2021. 2021. С. 154-158.

**Петровская Т.В.**, студ. гр. МТМм-22

**Дерябина Л.В.**, канд. пед. наук, доцент кафедры ПиЭММО,

**Усатая Т.В.**, канд. пед. наук, доцент кафедры ПиЭММО,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ТЕХНОЛОГИИ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ДИЗАЙНА**

Термин «дизайн» имеет разные определения, согласно одному из них дизайн – это комплексный инструмент создания, оптимизации и прагматизации разнообразных потребительских качеств продукта (изделий, услуг, процессов и окружающей среды), наиболее полным образом удовлетворяющих потребности отдельного человека и общества в целом. Промышленный дизайн – это отрасль дизайна, специализирующаяся на проектировании продукции промышленных предприятий для бытового и промышленного использования [1].

Промышленный дизайн становится более антропоцентричным и сосредотачивает всё внимание на глубинном представлении желаний потребителя, реализуемом посредством эмпатии и применяемом для осуществления проектных решений, оптимальных с точки зрения удобства пользователя и нацеленных в первую очередь на повышение качества жизни. Целью промышленного дизайна в первую очередь выступает создание новых предметов и устройств, облегчающих жизнь человека, а также доработка и модернизация, давно используемых предметов быта. Сфера промышленного дизайна – это область создания объектов в различных сферах человеческой деятельности (промышленность, предприятия и т.д.), в материальной или цифровой форме, сочетающей в себе прогрессивные технологии и современные достижения в области техники и законов гармонии и особенности всех областей, связанных с этим процессом.

В современном дизайне проектирование трехмерное моделирование является основным средством осуществления художественного замысла формы объекта, от эскизов художественного образа до конструктивных инженерных чертежей [2]. В промышленном дизайне применяются все базовые операции трехмерной графики: моделирование, текстурирование, анимация, рендеринг [3]. Трехмерное моделирование объектов промышленного дизайна позволяет максимально полно представить форму, размер, текстуру объекта, оценить внешний вид и эргономику изделия [4].

### Список литературы

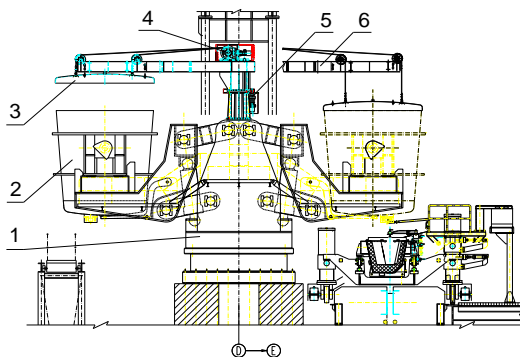
1. Михеева М. М. Введение в дизайн-проектирование: методическое указание по курсу «Введение в профессию». М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. 49 с.
2. Ившин К.С., Башарава А.Ф. Принципы современного трехмерного моделирования в промышленном дизайне // Архитектон: известия вузов. № 39. 2012. С. 101-113.
3. Oreshkin P.V. Developing 3D Modeling and 3D Printing Capabilities in Design: A History of Evolution, pp. 239-246.
4. Маслов К Ю., Похорукова М.Ю. 3D-моделирование в промышленной сфере // Молодой ученый. 2016. №11.3. (115.3). URL: <https://moluch.ru/archive/115/31349/>(дата обращения: 05.12.2022).

**Скрипничук Е.В.** студент,  
**Андросенко М.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Кошелев А.П.**, преподаватель  
ГБПОУ «Магнитогорский педагогический колледж», г. Магнитогорск, РФ

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ КРЫШЕК КОВШЕЙ НА ПОДЪЕМНО-ПОВОРОТНОМ СТЕНДЕ МНЛЗ №6 ПАО «ММК»

Процесс производства слябовых заготовок является непрерывным и однонаправленным. Закрывание крышкой установленного ковша с расплавом на подъемно-поворотном стенде с целью сохранения температурного режима разливки, открывание и отведения крышки при установке нового ковша с расплавом, является неотъемлемым элементом в работе МНЛЗ. На данный момент такую манипуляцию осуществляет крановщик с помощью мостовых кранов разливного пролёта.

Предлагается провести установку на существующую конструкцию ППС двух стационарных консольных конструкций с механизмами поворота, механизмами подъема и опускания крышек термостатирования сталеразливочного ковша.



- Поворотно-подъемный стенд с механизмом съема крышек:  
1 – подъемно-поворотный стенд; 2 – сталеразливочный ковш;  
3 – крышка термостатирования ковша; 4 – механизм подъема крышки;  
5 – механизм поворота портала; 6 – портал

Предлагаемое решение по транспортировке крышек ковшей на подъемно-поворотном стенде МНЛЗ № 6 позволит разгрузить работу мостовых кранов разливного пролёта и заменить его механизмом подъема и поворота крышек.

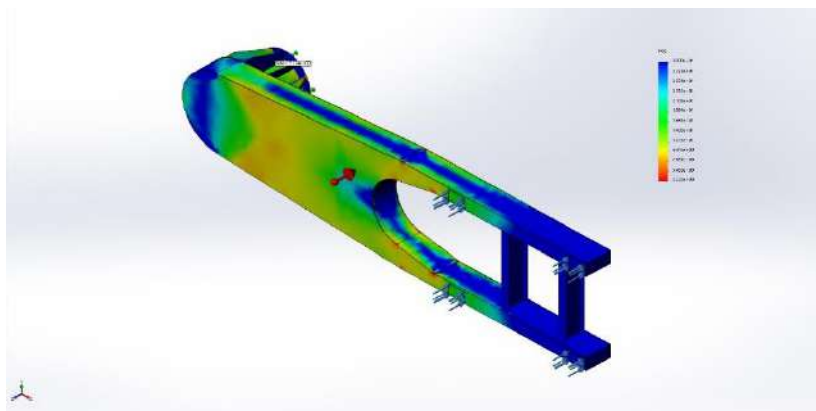
**Посоветнюк А.В.**, студент,  
**Андросенко М.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Кошелев А.П.**, преподаватель  
ГБПОУ «Магнитогорский педагогический колледж», г. Магнитогорск, РФ

## РАЗРАБОТКА И РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ SOLID WORKS КРОНШТЕЙНА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ КРЫШЕК КОВШЕЙ ППС МНЛЗ

SolidWorks — это система комплексной автоматизации проектирования и подготовки производства. Базовое решение SolidWorks — это система гибридного параметрического моделирования, которая предназначена для проектирования деталей и сборок в трехмерном пространстве с возможностью проведения различных видов экспресс-анализа, а также оформления конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД.

Расчет кронштейна на статические нагрузки производится в программе SOLID WORKS для этого строится трехмерная модель конструкции. Объект является пустотелым. Программа позволяет выполнить различные виды расчетов: на напряжение, на перемещение, на деформацию, на запас прочности и др.

На рисунке изображен расчет кронштейна на запас прочности.



Кронштейн статический. Запас прочности

Расчет кронштейна, предназначенного для перемещения крышек по радиальной оси установки сталеразливочных ковшей на ППС и несет нагрузку от крышек термостатирования показал высокий коэффициент запаса прочности при изгибе равный  $n = 3,2$ .

**Крайний И.В.**, инженер конструктор,  
**Умуткужин Ф.Ф.**, ведущий специалист,  
ООО «МРК» ПКО г. Магнитогорск, РФ

## **ЭСЦ. НАПОЛЬНАЯ ЗАВАЛОЧНАЯ МАШИНА. МУНДШТУК МЕХАНИЗМА ВРАЩЕНИЯ ХОБОТА, ПОДШИПНИКОВЫЙ УЗЕЛ. РЕКОНСТРУКЦИЯ**

Напольные завалочные машины предназначены для загрузки в печь твердых сыпчатых материалов с помощью мульд, уборки шлака и мусора у печи.

На напольной завалочной машине существуют следующие проблемы. 1. Проблема разрушения мундштука в месте опасного сечения, где была выполнена канавка для установки стопорного хомута фиксации гайки; 2. Проблема самопроизвольного откручивания гайки подшипникового узла; 3. Проблема отсутствия контроля положения гайки.

Для решения данных проблем были разработаны проекты: 1. Реконструкции мундштука; 2. Реконструкции гайки мундштука; 3. Решение проблемы позиционирования. Для этого были сняты размеры с оригинальной детали мундштука и гайки подшипникового узла, построены их модели. Была убрана канавка для установки стопорного хомута и изменена конструкция гайки на подшипниковом узле. Изменили конструкцию гайки подшипникового узла, а именно шаг резьбы с М380х6 на М380х4 и разделили на 2 части, на маслоуловительное кольцо и гайку. Так же для правильного позиционирования гайки, нанесли риски на мундштуке и измерили контрольный размер после сборки.

Данные решения позволили устранить излом из-за увеличения диаметра мундштука в месте опасного сечения. А также применение данной реконструкции повысит запас прочности мундштука на излом, увеличится срок службы, уменьшится время простоя оборудования, следовательно уменьшатся затраты. Применение гайки с шагом М380х4 поможет исключить возможность самопроизвольного откручивания и неправильную установку подшипников. Нанесенные контрольные риски на мундштуке, позволят выполнить корректную сборку узла и контроль установочных размеров.

### Список литературы

1. Гроховский, А.Г., Комплексное исследование напольных завалочных машин [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук. (183) / Донецкий политехн. Ин-т. Донецк, 1969. 17с.
2. Иванченко Ф.К. Механическое оборудование сталеплавильных цехов. М.: Металлургия, 1963. 440 с.
3. Целиков А. И. Машины и агрегаты металлургических заводов. М.: Металлургия, 1988. 432 с.
4. Гузенков П. Г. Детали машин. М.: Высшая школа, 1986. 359 с.
5. Устиненко В.Л. Основы проектирования деталей машин. Х.: Вища школа, 1983. 181 с.

**Самсонов В.А.**, аспирант,  
**Сабилов Ф.С.**, д-р техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО «МГТУ СТАНКИН», г. Москва, РФ

## ВИБРОДИАГНОСТИКА ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА С ЧПУ

Основной задачей виброакустической диагностики станков является установление состояния ответственных узлов станка и выявление дефектов на ранних стадиях развития с целью предотвращения аварий на производстве и сокращения затрат на ремонтно-восстановительные работы [1, 2].

На предприятии, работающем по регламенту ППР, планировалось в конце 2022г. провести капитальный ремонт вертикального консольно-фрезерного станка с ЧПУ. Однако, в соответствии с распоряжением правительства РФ от 06.11.21 [3] был начат переход к ремонту оборудования по состоянию. В целях установления состояния основных элементов станка и необходимости их замены было проведено виброакустическое исследование по методике приведенной в ГОСТ ИСО 10816-1-97 [4], в ходе которого были записаны вибрации вблизи подшипников и зубчатых колес шпиндельного узла, коробки скоростей, приводов подач по осям X и Z. Полученные сигналы были обработаны, и из них получены спектры вибраций. Перед проведением исследования была подготовлена кинематическая схема станка, определены геометрические размеры диагностируемых элементов, на основании которых произведен расчет характерных частот каждого элемента [5]. Наличие этих частот на спектре является признаком определенного дефекта или группы дефектов, а размер амплитуды свидетельствует о его уровне. В результате данного исследования определены состояния вышеперечисленных узлов и оценена необходимость замены только тех деталей и узлов, которые имеют дефекты, что позволило значительно сократить затраты на капитальный ремонт.

### Список литературы

1. Козочкин М.П., Сабилов Ф.С. Виброакустическая диагностика шпиндельных узлов // СТИН. 2009. № 5. С. 8-12.
2. Костюков В.Н. Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин: учеб. пособие. 2011. 360 с.
3. Распоряжение Правительства РФ от 06.11.2021 № 3142-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности» // Собрание законодательства РФ. 15.11.2021. №46. Ст.7771.
4. ГОСТ ИСО 10816-1-97. Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 1. Общие требования. М., 1997. П, 14 с.
5. ГОСТ Р ИСО 13373-3-2016. Контроль состояния и диагностика машин вибрационный контроль состояния машин. Часть 3. Руководство по диагностированию по параметрам вибрации. М., 2016. П, 32 с.



**Болбашев А.А.**, мастер участка  
**Карамышев Н.А.**, инженер-технолог,  
 ООО «МРК», г. Магнитогорск, РФ

## ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГИБКИ ТРУБ В УСЛОВИЯХ ЦРМО-1

Цели работы

1) Снижение излишних затрат ООО «МРК» при изготовлении изделий из труб;

2) Переход на более технологичное производство;

3) Выпуск новых видов продукции и расширение номенклатурного плана;

4) Минимизация человеческого труда.

В настоящее время в ЦРМО-1 на участке по ремонту шибберных затворов используется ручной трубогиб с электрическим приводом, и подразумевает работу двух человек, также данное оборудование имеет ряд недостатков, таких как: невозможность соблюдения точных размеров, большая масса выпускаемых изделий работниками цеха, использование подручных приспособлений также ведет к рискам травмирования.

Выбор и обоснование замены трубогибочного станка

Исследование рынка трубогибочных автоматических станков, а также выявление недостатков нашего существующего оборудования, помогли подобрать по заданным параметрам станок, отвечающий всем нашим требованиям. В нашем случае – это трубогибочный автоматический дорновый станок с ЧПУ - STARK CNC 130 (см. рисунок).



Расчет экономической эффективности

Расчет экономической эффективности произведем на примере заказа АО «Тулачермет» № 8952635 «Змеевик», в количестве 360шт., различного исполнения. Кол-во змеевиков по заказу 8952635=360шт. Сравнение конечной стоимости услуг по гибке змеевиков приведены в таблице.

	Стороннее предприятие	ООО «МРК»	Излишние затраты ООО МРК
Стоимость гибки 1 змеевика	29 557, 54руб	10 523,3руб	19 034,24руб
Стоимость гибки 360шт	10 640 714,4руб	3 788 388руб	6 852 326,4руб

В таблице представлены данные расчеты стоимости изготовления змеевиков в условиях цеха, а также расчет срока окупаемости, который только при одном заказе в год составил бы около 4,4 лет, вполне себе обосновывают установку данного оборудования.

**Жолудев А.Н.**, магистрант,  
**Мальков А.Э.**, магистрант,  
**Расчупкина Т.В.**, ассистент,  
**Спирidonов Д.В.**, магистрант,  
БГТУ «ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова», г. Санкт-Петербург, РФ

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ МАТЕРИАЛА НА ПРОЧНОСТЬ В СОСУДАХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

В рамках данной работы был произведен расчет стенки сосуда с закрепленным в ней патрубком в условиях ползучести с целью сравнения расчетных данных с экспериментальными. Для расчета был выбран узел сосуда высокого давления. Данный узел представляет собой участок крепления штуцера к обечайке. Это соединение представляет интерес для расчета, так как в рабочих условиях в нем возникают высокие напряжения при высокой температуре, что приводит к возникновению ползучести.

### Список литературы

1. Бруйка В.А. Инженерный анализ в Ansys Workbench: учебное пособие. Часть 1. 2010.
2. Диков А.С. Статья Influence of the Test Temperature on the Creep Rate of 0.12C18Cr10NiTi Structural Steel Irradiated in the BN-350 Reactor, 2016.
3. Лащинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: Справочник
4. Павлов А. С. Решение задач механики деформируемого твердого тела в программе ANSYS [Текст]: практикум [для вузов] / А. С. Павлов; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Изд. 2-е, испр. и доп. СПб.: [б. и.], 2020
5. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок ПНАЭ Г-7-002-86.

**Солнцев Д.М.**, студент  
**Киселева Е.А.**, преподаватель,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», МпК, г. Магнитогорск, РФ

## ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

Развитие любого предприятия зависит от уровня и качества выпускаемой продукции. Металлургия и машиностроение занимают не последнее место в этой системе. Большое внимание необходимо уделять модернизации металлургических и машиностроительных предприятий, своевременному внедрению инноваций на производстве, а также подготовке соответствующих специалистов для работы на современном оборудовании.

В рамках реализации проекта ФП «Профессионалитет» по специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования предполагается изучение на современном оборудовании по металлообработке, для приобретения обучающимися навыков работы на них. Одним из них является вертикальный обрабатывающий центр с системой ЧПУ.

При изучении основ работы у студентов проявляется не поддельный интерес к изучению написания не только программ, но и изучению других функций работы на вертикально-фрезерном центре.

Изучение пульта дистанционного управления и системы ЧПУ FANUC 0i MF Plus осуществляется с помощью программы симулятора CNC Simulator. В которой также предлагаются для изучения разные виды пульта управления станками.

При выполнении данной работы возникают потребности в дальнейшей обработке готовой детали. И соответственно изучение сопутствующих или аналогичных способов изготовления различных деталей.

Технология плазменной резки это самый популярный метод металлообработки, обеспечивающий высокую точность повторения. Эффективность метода обеспечивается высокоскоростной струей газа, которая выдувает электрическую дугу. Популярность метода настолько высока, что были созданы даже ручные плазменные резаки.

**Электроэрозионная обработка** выполняется при помощи специального инструмента, сделанного из теплопроводящего или тугоплавкого материала. Его и заготовку подсоединяют к источнику энергии и систематически включают и отключают электрическое напряжение, создавая непродолжительные разряды тока. Такой способ обработки используют тогда, когда нет возможности воспользоваться металлорежущим станком.

Ультразвуковая обработка. С помощью ультразвукового станка можно сделать отверстие любой сложности в самом хрупком материале. Именно поэтому такое оборудование подходит для создания твердосплавных матриц штампов, ферритовых ячеек вычислительных машин и пр.

### Список литературы

1. Глебов И.Т. Учимся работать на фрезерном станке с ЧПУ: Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 115 с

**Голубых Е.К.**, гальваник вальцешлифовального цеха,  
**Бунин В.Н.**, заместитель начальника вальцешлифовального цеха,  
ООО «Механоремонтный комплекс», г. Магнитогорск, РФ

## **ВНЕДРЕНИЕ УСТАНОВКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХРОМОВОГО ЭЛЕКТРОЛИТА НА АГРЕГАТЕ ХРОМИРОВАНИЯ ВАЛКОВ ПАО «ММК»**

Хромирование прокатных валков уже давно применяются на крупнейших металлургических заводах мира. Использование этой технологии позволяет значительно увеличить срок службы валков, которые являются основным расходным инструментом при прокатке холоднокатаного листа. Эта сталь должна иметь определенную микрогеометрию поверхности, переносимую с поверхности прокатных валков, поэтому очень важно сохранить поверхность валка и повысить его износостойкость. Для этого необходимо, чтобы выполнялись все заданные технические параметры, в том числе и химический состав электролита хромирования, который необходимо поддерживать согласно заданным параметрам. В виду нарушений химического состава из-за появления вредных примесей в электролите хромирования – ухудшается качество хромового покрытия.

В процессах хромирования электролит загрязняется примесями металлов вследствие растворения материалов валков и роликов, а также ионами  $Cr^{3+}$  из-за нарушения соотношения анодной и катодной поверхностей. Повышение содержания примесных металлов существенно снижает удельную электропроводность раствора электролита, приводит к уменьшению выхода по току, рассеивающей и кроющей способностей электролитов хромирования. Но и при полном отсутствии  $Cr^{3+}$  процесс хромирования не пойдет. Для поддержания необходимой концентрации и очистки от примесей предлагаем использовать установку восстановления хромового электролита.

Установка восстановления хромового электролита должна быть вмонтирована в циркуляционный контур ванны-бака хромирования. Она действует по принципу электродиализа. Неочищенный электролит поступает в ванну установки, где происходит ряд процессов:

- катионные примеси (Fe) проходят через мембрану в ячейку электроэлементов и осаждаются на катоде;
- анионы  $Cr^{3+}$  окисляются на аноде до  $Cr^{6+}$ .

Затем очищенный электролит с установки самотеком сливается в циркуляционный бак хромирования. Это позволяет корректировать электролит хромирования внутри замкнутого контура, не совершая дополнительных процедур перекачивания, а также очищать от химических примесей и шламового осадка.

### Список литературы

1. Лобанов С.А. Практические советы гальванику. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние. 1983. 248 с.
2. Игнатъев В.И., Ионычева Н.С., Маревичев А.В. Гальванические покрытия в машиностроении. Том 1. М.: Машиностроение, 1985. Т.1. 1985. 240 с.

**Лыжин А.П.**, электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах механического цеха,

**Селиванов А.В.**, начальник наплавочного участка механического цеха, ООО «Механоремонтный комплекс», г. Магнитогорск, РФ

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УЧАСТКА НАПЛАВКИ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА**

В настоящее время на участке наплавке деталей механического цеха применяются наплавочные установки для восстановления деталей, машин, механизмов оборудования ПАО «ММК».

В спектр работ входит обширное количество деталей, различных форм и размеров, начиная от диаметра 160 мм и заканчивая диаметром до 1000 мм. Длина заготовок может составлять от 200 мм до 4 500 мм. А вес наплавляемых деталей может достигать до 5 тн. В связи с обширным спектром работ, участок наплавки должен бесперебойно и в определенные сроки, в том числе, и аварийные незамедлительно выполнять свою работу. Данные наплавочные установки морально устарели и не могут соответствовать современным требованиям.

В последнее время участились поломки и простои по электрической и механической части наплавочных установок, что негативно сказывается на выполнении производственной программы, темпе работы и цикличности наплавки.

В рамках импортозамещения предлагается приобрести новое наплавочное оборудование российской фирмы ПКТБА (см. рисунок), которые соответствуют всем требованиям и производственным процессам.



Наплавочные установки ПКТБА

Основные критерии и характеристики установки:

- диаметр наплавляемых деталей 90-600 мм; - вес наплавляемых деталей до 5 тн;
- длина наплавляемых деталей до 4 500 мм; - вращатель с регулируемым углом наклона планшайбы; - ось наплавки на высоте 1000-1100 мм; - диаметр проволоки 3, 3,6, 5 мм.

Данные наплавочные установки помогут повысить производительность в несколько раз по сравнению с нынешним оборудованием, сэкономят рабочее время за счет автоматического сбора флюса и наплавкой двумя электродами и за счет нового электрооборудования сократить простои станков по электрической и механической части.

За счет замены старого оборудования на новое, произойдет увеличение количества выпускаемой продукции, сократится количество дефектов при наплавке, тем самым ускоряя процесс выполнения производственных заказов, что будет способствовать короткому сроку окупаемости нового оборудования.

**Тимофеев К.И.**, нагревальщик-сварщик металла кузнечно-прессового участка механического цеха

**Андрянов Д.И.**, мастер участка кузнечно-прессового механического цеха ООО «Механоремонтный комплекс», г. Магнитогорск, РФ

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕООРУЖЕНИЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ №9, 10 КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВОГО УЧАСТКА МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА**

Объектом технического перевооружения являются две газовые камерные нагревательные печи № 9, 10, с выкатным подом, расположенные по оси 19, между рядами колонн В и Г КПУ МЦ ООО «МРК».

В рамках проводимых мероприятий предусматривается частичный демонтаж оборудования существующих печей и создание на их базе новых современных автоматизированных печей, устойчиво работающих в широком диапазоне температур (200÷1300 °С), соответствующих современным производственно-технологическим и энергетическим требованиям.

Существующая футеровка печей полностью демонтируется и утилизируется. Новая футеровка стен, потолка, парапета выполняется из керамоволокнистых модулей с классификационной температурой 1425 °С. Модули крепятся к металлической обшивке с помощью специальных жаропрочных анкеров по схеме «ряд-проклад».

Между металлической обшивкой и модулями прокладываются керамоволокнистые маты толщиной 25 мм. Общая толщина футеровки рабочего пространства печи составляет 320 мм. На поверхность керамоволокнистых модулей, обращенную внутрь рабочего пространства печи, наносится специальный огнеупорный отвердитель, который во время первичного обжига при температуре 900° С преобразуется в керамическую защитную корку. Эта корка препятствует проникновению воды внутрь материала модуля при проведении пропарки трубопроводов коксового газа, которая необходима для очистки трубопроводов от выпадающего на их стенках нафталина.

Проектом технического перевооружения печей №№ 9, 10 предусматривается наличие металлических коробов, футерованных керамоволокнистыми материалами и пластинчатый рекуператор, после которого устанавливается новый современный дымовой клапан, позволяющий с высокой точностью в автоматическом режиме поддерживать заданное давление в печи.

### Список литературы

1. Кривандин В.А., Марков Б. л. *Металлургические печи*. М.: *Металлургия*, 2006. 257 с.
2. Мاستрюков Б.С. *Расчет металлургических печей*. М.: *Металлургия*. 2005. 341 с.
3. Тымчак В.Н. Гусовский В.Л. *Расчет нагревательных и термических печей: справ. изд.* М.: *Металлургия*, 2008. 397с.

**Точилкин И.П.**, слесарь механосборочных работ механического цеха  
ООО «Механоремонтный комплекс», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА КОНДУКТОРА ДЛЯ СБОРКИ ДВУХ РОЛИКОВОЙ СЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА**

Кондуктор — сборочно-сварочное приспособление, снабженное упорами, гнездами, крепежными приспособлениями, дающее возможность вести сборку и сварку изделий в наиболее удобном положении, это специальное приспособление, предназначенное для фиксации и предварительной сборки металлоконструкций, с которыми вы будете работать. С помощью сборочного кондуктора детали надежно фиксируются на одном месте.

Вне зависимости от типа кондуктора, придется принимать непосредственное участие при фиксации деталей. Поскольку придется определять, в каком положении должна находиться эта самая деталь или устройство.

Цель разработки и внедрения кондуктора – облегчение работ при одновременном соединении 3-х и более деталей с высокой точностью. Сокращение времени работы. Малое время использования грузоподъемных механизмов. Повышение техники безопасности. Уменьшение времени работы.

### Список литературы

1. <http://www.stroitelstvo-new.ru/sudostroenie/rk/posteli-konduktory.shtml>
2. <https://kompas.center/index.php?route=product/category&path=621>
3. <https://svarkaed.ru/oborudovanie-dlya-svarki/detali-i-prisposobleniya/chto-takoe-svarochnyj-konduktor.html>
4. <https://weldering.com/promyshlennoe-oborudovanie-zazhimnye-prisposobleniya-konduktory>
5. <https://weldprom.ru/konduktor-dlya-sborki-i-svarki-peril-i-ograzhdenij-foerster-gmbh>
6. <https://metallob.ru/konduktor-dlya-svarki-metallokonstrukcij.html>
7. [https://studref.com/505718/tehnika/mehanizirovannye\\_prisposobleniya\\_sborki\\_svarki](https://studref.com/505718/tehnika/mehanizirovannye_prisposobleniya_sborki_svarki)
8. <https://mash-xxl.info/info/667918/>

**Анцупов А.В.(мл.)**, канд. техн. наук, доц.,  
**Анцупов В.П.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Смолкин Д.А.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Анцупов А.В.**, д-р техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», г. Москва, РФ

## **МОДЕЛЬ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМАХ «ВАЛКИ - ПОЛОСА» КЛЕТЕЙ КВАРТО**

Предлагаемый математический аппарат построен на классических представлениях [1 и др.] с учетом достижений современных научных школ [2, 3] и отличается рядом значимых признаков научной новизны.

Во-первых, при описании процесса формирования усилия прокатки в упруго-пластическом очаге деформации [2] устранено допущение о постоянстве коэффициента трения по длине очага деформации и в упругих зонах использованы уравнения машинного трения в зависимости от вида контакта.

Во-вторых, при построении известной модели формирования погонных нагрузок и деформаций системы кварто [3] для описания текущих профилей износа рабочих и опорных валков введены аналитические зависимости, построенные на основе энерго-механической теории трения [4, 5], вместо каких-либо статистических выражений, взятых из литературы. При этом текущие профили износа каждого рабочего и опорного валков рассчитываются как суммарные, сформированные при прокатке всех партий полос, прокатанных с момента установки в клеть каждого валка до текущего момента.

В третьих, при построении системы уравнений для аналитической оценки распределений контактных напряжений в межвалковых зонах наряду с законом Герца, предложен параболический закон Вирабова. Для оценки их адекватности введена экспериментальная зависимость П.И. Полухина, учитывающая условия контактного трения.

### Список литературы

1. Целиков А.И., Никитин Д.И., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки. М.: Metallurgy, 1980. 320 с.
2. Гарбер Э.А. Распределение контактных напряжений по длине очага деформации при прокатке тонких широких полос // Производство проката. 2005. №5. С. 3-12.
3. Салганик В.М., Полецков П.П. Моделирование деформаций и нагрузок валковой системы кварто и повышение качества листового проката по профилю: Монография. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. 133 с.
4. Модель параметрических отказов валковых систем кварто по различным критериям / А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов, В.П. Анцупов и др. // Производство проката. 2015. №2. С. 35-42.
5. Оценка и обеспечение эффективности функционирования основного оборудования широкополосных станков / А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов, В.П. Анцупов, П.В. Макарова, Ю.С. Ляшева // Механическое оборудование металлургических заводов. 2019. №1 (12). С. 15-24.



**Анцупов А.В.(мл.)**, канд. техн. наук, доц.,  
**Анцупов В.П.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Ивекеева П.В.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Анцупов А.В.**, д-р техн. наук, доц., каф. МТ-3  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», г. Москва, РФ

## **ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВАЛКОВ КЛЕТЕЙ КВАРТО**

Предлагаемая концепция, как путь решения указанной проблемы, в соответствии с определениями понятий «долговечность» и «эксплуатационная надежность», включает постановку и последовательное взаимосвязанное решение ряда краевых задач математической физики [1].

На первой стадии формулируются краевые задачи теории пластичности и упругости для описания процессов контактного взаимодействия валков клетей кварто с прокатываемой полосой и методики для оценки контактных напряжений в очаге деформации и межвалковых зонах.

На второй стадии строится система уравнений эргодинамики деформируемых твердых тел для описания физических процессов повреждаемости и разрушения материалов рабочих и опорных валков, сопровождающих их контактное взаимодействие с полосой, а также формируются алгоритмы расчета их гамма-процентного ресурса по заданным в НТД критериям прочности, износостойкости, теплостойкости и т.п.

На третьей стадии выполняется постановка комплекса краевых задач физической теории надежности каждого низконадежного элемента исследуемого технологического комплекса (ТК) ШС для оценки его гамма – процентного ресурса, подобно тому, как это сделано для валков.

На четвертой стадии выводится базовая кибернетическая зависимость параметров эффективности функционирования исследуемого ТК ШС (эксплуатационной надежности валков) по критериям выпускаемой продукции от его суммарного ресурса, суммарных простоев и минимальных наработок до отказа всех, включая валки, исследованных низконадежных элементов [2, 3].

### Список литературы

1. Модель параметрических отказов валковых систем кварто по различным критериям / А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов, В.П. Анцупов и др. // Производство проката. 2015. №2. С. 35-42.
2. Оценка и обеспечение эффективности функционирования основного оборудования широкополосных станов / Анцупов А.В., Анцупов А.В., Анцупов В.П. и др. // Механическое оборудование металлургических заводов. 2019. № 1 (12). С. 15-24.
3. Повышение эффективности функционирования главных линий широкополосных станов / Анцупов А.В., Анцупов А.В., Анцупов В.П. и др. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2020. Т. 11. № 1. С. 21-25.

## **Секция «Автоматизированный электропривод и мехатроника»**

УДК 621.3.07

**Иванов Г.А.**, магистрант

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ГАЗОРЕЗАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ESABSXE-P 5000 С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РЕЗА ЗАГОТОВКИ**

В работе исследуется частотно регулируемый электропривод механизма перемещения портала горелки газорезательной машины. Применен частотно- регулируемый электропривод переменного тока, который становится основным типом регулируемого промышленного электропривода, серийно выпускаемого ведущими электротехническими компаниями. Возможности управления асинхронным двигателем расширяются счет применения управляемых преобразователей частоты, а также микропроцессорных устройств с высоким быстродействием и большим объемом памяти.

Газовая горелка газорезательной машины может выполнять прямолинейные, круговые, контурные и наклонные резы с подготовкой кромок под сварку. Машина оборудована двумя резаками, позволяющими выполнять X-, Y- и K-образные кромки, а также вырезку полос и фланцев.

Качество реза заготовки напрямую зависит от работы регулируемого электропривода газовой горелки газорезательной машины. Одним из главных факторов, влияющих на качество реза, является скорость перемещения газовой горелки по заготовке.

Скорость газовой резки должна обеспечивать качественный рез заготовки. Если скорость резания слишком высокая, это вызовет обратное сопротивление и непроницаемое резание, и даже приведет к сгоранию резания и прерыванию резания. При слишком низкой скорости резания, верхняя кромка сгорит, нижняя кромка сильно зашлакована, щель станет шире, а качество поверхности резания будет очень неудовлетворительным. Для обеспечения необходимого качества технологического процесса электропривод рабочего органа газорезательной машины в каждый момент времени должен занимать в пространстве строго фиксированные положения, т.е. необходимо применение позиционной системы регулирования. Синхронная работа электроприводов машины напрямую влияет на выполнение качественного реза заготовки. Исследование системы управления электроприводов газорезательной машины методом структурного моделирования [1] позволит повысить качество реза заготовки, а также эксплуатационные показатели машины.

#### **Список литературы**

1. Терехин В.Б., Дементьев Ю.Н. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учеб. пособие. М. : Издательство Юрайт, 2019. 306 с.

*Под научным руководством канд. техн. наук, доцента Шохина В.В.*

**Муртазин Ю.В.**, магистрант  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СПОСОБЫ ДЕМПФИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ГРУЗОВ ПРИ ИХ ПЕРЕМЕЩЕНИИ МОСТОВЫМ КРАНОМ**

Перемещение грузов мостовым краном сопровождается их раскачиванием, в связи с чем необходимо дополнительное время для устранения колебаний при точной установке грузов в заданное положение. Эта проблема связана с наличием упругой связи в кинематической цепи электромеханической системы. Сложность в том, что перемещение самого груза осуществляется в трехмерном пространстве. Происходит работа трех механизмов мостового крана – подъема, перемещения тележки и перемещения моста.

Для уменьшения колебаний грузов и повышения точности установки перемещаемых грузов, а также для повышения производительности рассматриваемого механизма существуют различные способы демпфирования колебаний грузов, например, способы, представленные в [1, 2]. Для изучения процессов при перемещении грузов составляется математическая модель системы «точка подвеса – груз». Выходом этой схемы является сигнал отклонения груза от вертикали. Для вычисления корректирующего сигнала необходимо определить ускорение механизма, вес груза и длину подвеса. Ускорение тележки вычисляется путем дифференцирования выходного сигнала задатчика интенсивности, задающего скорость движения тележки. Расчет веса груза и длины подвеса может осуществляться косвенными методами на основании функциональных зависимостей тока статора от веса поднимаемого груза и скорости подъема груза. Корректировку рассчитываемого значения длины подвеса можно производить при срабатывании ограничителя высоты подъема крюковой подвески.

Исследование такой системы проводилось с помощью метода структурного моделирования в приложении SIMULINK программной среды MATLAB. Результаты моделирования свидетельствуют о том, что разработанная система хорошо справляется с функцией ограничения раскачивания груза. Введение корректирующего сигнала позволяет уменьшить колебания и обеспечивает их быстрое гашение после достижения приводом заданной скорости.

### Список литературы

1. Мещеряков В.Н., Колмыков В.В., Мигунов Д.В. Ограничение колебаний груза, перемещаемого мостовыми кранами // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 6. С. 268-272
2. Щедринов А.В., Колмыков В.В., Сериков С.А. Автоматическая система ограничения раскачивания груза // *Автоматизация и современные технологии*. 2010. № 2. С. 3–8.

*Под научным руководством канд. техн. наук, доцента Шохина В.В.*

**Мухамадиева А.Р.**, магистрант,  
**Сергеев С.А.**, магистрант,  
**Шохин В.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА В МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЕ НА БАЗЕ RobotOperationSystem**

Основным требованием, предъявляемым к промышленным роботам, является качественное выполнение двигательных функций рабочего органа, поэтому значение характеристик привода при этом является определяющим. К числу основных требований к приводам промышленных роботов относятся: минимальные веса и габариты, широкий диапазон скоростей, реверсивность, высокая точность, быстродействие, плавность движения, способность работать в условиях изменяющихся статической нагрузки и момента инерции нагрузки, связанных с изменением конфигурации манипулятора в процессе выполнения технологических операций.

TurtleBro – учебно-методический комплекс, включающий программную и аппаратную платформу для изучения Robot Operation System (ROS), ОС Linux и принципов разработки современной робототехники. Робот предназначен для практических занятий в рамках учебных курсов и самообразования для школьников и студентов.

Плата интегрировала в себя весь базовый функционал, такой как: распределение питания, управление двигателями и работа с инерциальным датчиком. Управление реализовано на микроконтроллере STM32F4 с возможностью управления из ROS. Для пользовательских приложений на плате реализован блок с микроконтроллером ATmega2560, совместимый с Arduino IDE и платами расширения Arduino. Плата обеспечивает интеграцию всех частей робота в единое устройство. Подключение управляющего микрокомпьютера к компонентам робота – Lidar, Arduino, двигателям и сенсорам – реализовано через единый USB-разъем. Платформа ориентирована на создание пользователем роботов, пригодных для решения практические задач.

Проведена оценка статических и динамических свойств электропривода постоянного тока в мехатронной системе на базе учебно-методического комплекса, которая проводилось на объекте и с помощью моделирования.

### Список литературы

1. Введение в Robot Operation System. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.voltbro.ru/starting-ros/> (дата обращения: 10.10.16).

*Под научным руководством д-ра техн. наук, проф., Омельченко Е.Я.*

**Шохин В.В.**, канд. техн. наук, доцент

**Сирож С.А.**, магистрант

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА МОТАЛКИ АГРЕГАТА ПРОДОЛЬНОЙ РЕЗКИ №7 ЛПЦ-8**

В современных условиях непрерывно совершенствуются технологические процессы получения прокатной продукции. Это требует исследования и совершенствования работы электроприводов механизмов, в том числе работы механизмов смотки готового проката - моталок [1,2]. Электропривод моталки работает в сложных динамических режимах и является одним из основных механизмов исследуемого агрегата продольной резки. Поддержание натяжения полосы - основной параметр, влияющий на конечную продукцию, выпускаемую агрегатом. Поэтому регулирование натяжения полосы между тормозными роликами и моталкой является приоритетной задачей.

Работа направлена на подробное исследование системы регулирования электропривода моталки на базе системы тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока, а также работы электропривода во всех режимах работы технологического агрегата. Технологические режимы агрегата предусматривают заправку металла на пониженной скорости в дисковые ножницы и на моталку, установку необходимого натяжения полосы, разгон агрегат до рабочей скорости резки полосы, снижение скорости перед выпуском полосы и выпуск полосы после резки. Изучается работа системы регулирования натяжения во всех перечисленных режимах.

В работе представлено подробное описание системы регулирования натяжения моталки АПР. Для анализа динамических свойств электропривода были рассмотрены математические модели электрического привода и моталки. На основе полученных структурных схем была разработана и исследована система управления электроприводом моталки. Динамические свойства электропривода были оценены при помощи метода структурного моделирования и построения переходных процессов на ЭВМ в пакете для моделирования динамических систем Simulink (среда Matlab).

### Список литературы

1. Шохин В.В., Храпшин В.Р., Пермякова О.В. Моделирование процесса намотки полосы на моталку стана холодной прокатки. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Энергетика. 2019. Т. 19. №1. С. 85-92.

2. Шохин В.В., Максимов А.Ю. Исследование мехатронной системы моталки АНГЦ цеха покрытий ПАО «ММК» // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тез. докл. 78-й междунар. науч.-техн. конф. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2020. Т.1. С. 272.

**Корнилов Г.П.**, д-р техн. наук, профессор каф. ЭПП,  
**Шохин В.В.**, канд. техн. наук, доцент каф. АЭПиМ  
**Бочкарев А.А.**, студент кафедры АЭПиМ,  
**Шарафутдинов Д.М.**, студент кафедры АЭПиМ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ НА 5-КЛЕТЬЕВОМ СТАНЕ 630 ПАО «ММК»**

Асимметричная прокатка (АП) – один из эффективных и наименее затратных способов улучшения механических, прочностных и геометрических характеристик готовой продукции листопрокатных цехов[1].

Первые экспериментальные исследования, посвящённые АП, были проведены в 70...80-х годах прошлого века. При этом установлено положительное влияние АП на механические свойства металла, энергосиловые параметры и многое другое. География выполненных в Советском Союзе исследований АП весьма широка – это Мариуполь, Донецк, Магнитогорск, Челябинск, а также научные школы прокатчиков этих городов.

В настоящее время в МГТУ им. Г.И. Носова изучением технологии и проблем АП занимается лаборатория «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилыева». В рамках выполнения научно-исследовательской работы была запланирована и проведена экспериментальная прокатка на 5-клетьевом стане 630 в режиме скоростной асимметрии [2]. Эксперимент проводился на трёх клетях (№ 2, 3, 4) на пониженной скорости (4-5 м/с). Как известно, электроприводы (ЭП) таких станов оснащены сложными многосвязными системами контроля и автоматического регулирования технологических и электрических параметров – скорости, натяжения и толщины полосы, токов и ЭДС прокатных двигателей.

Выделяя главное, следует подчеркнуть основные положения:

1. В режиме контролируемой скоростной асимметрии наблюдается снижение суммарной мощности, потребляемой главными ЭП.
2. АП желательно проводить на одной клетке, чтобы минимизировать влияние систем регулирования технологических параметров на первоначально установленную асимметрию.
3. Для сохранения заданного коэффициента асимметрии целесообразно ввести в систему автоматического регулирования ЭП дополнительный внешний контур регулирования асимметрии.

### Список литературы

1. Асимметричная прокатка листов и лент: история и перспективы развития / А.М. Песин, Д.О. Пустовойтов, О.Д. Бирюкова, А.Е. Кожемякина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». 2020. Т. 20. №3. С. 81-96.
2. Экспериментальное опробование технологии асимметричной холодной прокатки ленты из высокоуглеродистых марок сталей для исключения операций промежуточного отжига / А.М. Песин, Д.О. Пустовойтов, А.И. Сверчков, Г.П. Корнилов // Черные металлы. 2022. №11. С. 28-35.

**Шахновский А.Н.**, студент,

**Белых Д.В.**, ст. преп.,

ФГАОУ Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк, РФ

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ В TIA PORTAL**

Автоматизация – совокупность методов и средств, предназначенная для реализации системы или систем, позволяющих осуществлять управление самим технологическим процессом без непосредственного участия человека.

Теоретическая модель для автоматизации – «pick-and-place machine» машина для быстрого размещения предметов. Для создания автоматической системы управления (далее АСУ) его работы следует понимать существующий процесс со всеми его деталями. Должны быть определены входы и выходы процесса, последовательность действий, взаимосвязь с другими процессами, состав ресурсов процесса. Системы размещения компонентов, обычно называемые pick-and-place machine или P&Ps, представляют собой роботизированные машины, которые предназначены для размещения чего-либо на платформе-поддоне.

Для того, чтобы создать программу АСУ, был разработан технологический процесс работы модели сценария «Pick & Place XYZ» из Factory I/O:

- Запуск системы осуществляется нажатием кнопки старт;
- Запускаются конвейеры, производится подача коробок и паллет;
- Переносчик перекладывает коробки с конвейера на паллету, делая пирамиду из трёх коробок;
- После заполнения трёх паллет, первая паллета движется к поворотному кругу;
- Проходя через поворотный круг, паллета отправляется на выгрузку.

Выбор программы для автоматизации пал на TIA Portal. Эта программа создана для разработки программного обеспечения систем автоматизации технологических процессов от уровня приводов и контроллеров до уровня человеко-машинного интерфейса.

Для визуализации выбрана программа Factory I/O - данная программа — это целый тренировочный комплекс в 3D. Позволяет реализовать задачи управления с разными сценариями.

Прекрасно работает в паре с TIA Portal.

Разработанная система автоматизации и визуализации, соответствует необходимым техническим параметрам. Смоделированные элементы, осуществляют адекватную работу по заданному алгоритму, что также можно увидеть и на циклограммах, созданных вручную и в среде TIA Portal.

### **Список литературы**

1. Программируемые контроллеры: учебное пособие / В. В. Игнатъев, И. С. Коберси, О. Б. Спиридонов, В. И. Финаев; Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. 138 с.

2. Системное руководство «Программируемый контроллер S7-1200» – Siemens AG, 2015 г. 1296 с.

3. Сеница П.В. Системы управления оборудованием. Практикум: пособие: учебное пособие. Минск: РИПО, 2017. 84 с.

**Лымарь А.Б.**, старший преподаватель, учитель проектной деятельности  
**Демин Д.С.**, обучающийся Проектной школы  
**Сусанина В.Д.**, обучающаяся Проектной школы  
**Корнева К.Д.**, обучающаяся Проектной школы  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОБЗОР МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ ПЛАТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ АГРАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ «ИНТЕРНЕТ-ВЕЩЕЙ» (IoT)**

Платы на базе микроконтроллеров ATmega, Texas Instruments нашли широкое применение в промышленности с частичным уровнем автоматизации в виду доступности и дешевизны плат. В совокупности с релейными устройствами или силовыми электронными ключами (MOSFET-транзисторами) при помощи данных плат имеется возможность управлять электрическими приводами как постоянного, так и переменного тока. В частности, в аграрной промышленности такая аппаратная реализация систем управления нашла широкое применение для изготовления гидропонных систем и систем автоматического управления выращивания растений в тепличных и полевых условиях [1]. Основная проблема использования микроконтроллерных плат в аграрной промышленности заключается в том, что наладка CAN и непосредственное получение информации через обратные связи происходит на участках. Зачастую, участки располагаются далеко от главных зданий аграрных фирм и компаний, что приводит к усложнению организации проводной промышленной сети. Решение данной проблемы является использование плат с применением технологии «Интернета вещей» (Internet of Things), которая позволит использовать беспроводную сеть для передачи и обмена информацией.

Существует несколько микроконтроллерных плат, которые могут быть использованы с применением технологии IoT. Самым распространенным решением является плата NodeMCU [2], которая изначально способна работать с Wi-Fi технологией. Достоинством данной платы является дешевизна, компактность, способность работать с Arduino IDE, полная поддержка IoT через протокол MQTT. Недостатками является малое количество цифровых и аналоговых входов и выходов (по сравнению с базовой платой Arduino Uno).

Альтернативным вариантом может служить плата WeMOS UNO, которая представляет собой модернизированную плату Arduino UNO с обновленным микроконтроллером и установленным на плату Wi-Fi-модулем. Достоинством является большее по сравнению с NodeMCU количество входов и выходов, но недостатком является большие размеры, меньшая распространенность на торговых площадках.

### **Список литературы**

1. Гидропоника. Домашняя установка для выращивания растений [электронный ресурс], доступ по ссылке: <https://lesson.iarduino.ru/page/hydro-ponics>
2. Начало работы с ESP8266 NodeMcu v3 Lua с WiFi [электронный ресурс], доступ по ссылке: <https://arduino-master.ru/platy-arduino/esp8266-nodemcu-v3-lua/>



**Бестерекова А.Н.**, PhD докторант,

Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева,  
г. Алматы, Р. Казахстан,

**Сарваров А.С.**, д-р техн. наук, проф.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ИССЛЕДОВАНИЯ НА МОДЕЛИ МНОГОДВИГАТЕЛЬНОГО АЭП ПО СИСТЕМЕ ТПН-АД

Решение систем дифференциальных уравнений методом Рунге — Кутта является одним из самых распространённых численных методов решений. По этой причине предложено дифференциальные уравнения, описывающие процессы в многодвигательном асинхронном электроприводе (МАЭП), представить в виде функций вычисления производных переменных величин.

Для трехдвигательного АЭП с линеаризованными ТПН рассмотрена упрощенная структурная схема [1] в составе которой, каждый двигатель с преобразователем имеет свой регулятор тока (РТ), а многодвигательная система электропривода охвачена обратной связью по скорости и имеет общий регулятор скорости (РС) с нелинейным статическим звеном  $\arctg(x)$ . Для решения задачи синтеза параметров САУ уравнения динамики рассматриваемого электропривода представляют в виде функций вычисления производных угловой скорости двигателей и напряжения на выходе ТПН. При этом для каждого двигателя записывается по 2 уравнения.

$$\frac{dx_1}{dt} = k_1 k_u x_2 - k_1 k_\omega x_1;$$

$$\frac{dx_2}{dt} = \left( \frac{k_{PR} k_{e1}}{T_{PR}} \right) (k_q \arctg(u - k_{oc} k_d (x_1 + x_3 + x_5))) - \left( \frac{1}{T_{PR}} \right) \cdot x_2,$$

где  $x_1, x_3, x_5$  - угловая скорость асинхронного двигателя,  $x_2, x_4, x_5$  - напряжение на выходе ТПН.

Расчет параметров  $K_{PR}, K_{e1}, K_{e2}, K_{e3}, K_q$  является главной задачей синтеза САУ. С этой целью разработана программа синтеза параметров, в которой применяется метод сканирования для синтеза САУ и метод Рунге-Кутты для решения дифференциальных уравнений. Полученные результаты подтверждают реализуемость метода.

### Список литературы

1. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. М.: Издательский центр «Академия», 2008.

Елгина А.Е., магистрант,  
 Косматов В.И., канд. техн. наук, проф.,  
 Сарваров А.С., д-р техн. наук проф.,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АБ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЭЛЕКТРОМОБИЛЯМ

Процессы в сфере создания и внедрения электромобильного транспорта в России приобрели динамичный характер. При этом специалистов интересует как могут вписаться аккумуляторные батареи (АБ) в существующие габариты кузова легковых автомобилей. С этой целью можно воспользоваться простой методикой расчета габаритов и массы АБ для электромобиля городского базирования.

Для проведения такой оценки необходимы данные по плотности энергии и удельной энергии АБ. Для наиболее традиционных АБ эти данные приведены в таблице.

Параметр		Свинцово-кислотные	Литий-ионные
Плотность энергии	Вт·ч/л	50 - 80	200 - 500
	МДж/ л	0,18-0,288	0,72-1,8
Удельная энергия	Вт·ч/кг	30 - 50	75-200
	МДж/кг	0,108-0,18	0,27-0,72

При проектировании электротранспорта возникает вопрос, каким объемом и весом аккумуляторных батарей можно возместить энергетические возможности топливного бака традиционного автомобиля?

Для простоты восприятия результатов в основу взят объем среднесуточного расхода легкового автомобиля в городской среде, например  $V=10$  литров. При этом при  $\eta_6=0,3$  можно извлечь на выходе бензинового двигателя полезную энергию в следующем объеме

$$Q = q_6^v \cdot V \cdot \eta_6 = 33,44 \cdot 10 \cdot 0,3 = 100,32 \text{ МДж},$$

где  $q_6^v$  - теплотворная способность бензина, МДж/л;

Объем литиевой АБ с учетом нижней границы показателей (см. таблицу) составит 140 литров, а масса батареи 372 кг. При достижении верхних границ плотности энергии и удельной энергии показатели по объему батареи и его массе заметно улучшаются. В частности, объем батареи составит 55,7 литров (соответствует объему бака) и вес 140 кг. Перспективы перехода к электромобилю становятся все более аргументированными. Показатели свинцово-кислотных АБ в 3-4 раза уступают литиевым, что является главным препятствием для их массового применения в тяговых электроприводах дорожного транспорта.

**Омельченко Е.Я.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Мухамадиева А.Р.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ ВИРТУАЛЬНОГО МАНИПУЛЯТОРА НА БАЗЕ ЛАБОРАТОРИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА SCHNEIDER ELECTRIC**

В июне 2021 года на кафедре АЭПиМ защищена выпускная квалификационная работа бакалавром Мухамадиевой Анжеликой на тему «Développement et recherche d'un système de manipulateur virtuel mécatronique basé sur le laboratoire d'entraînement électrique Schneider Electric (Разработка и исследование мехатронной системы виртуального манипулятора на базе лаборатории электропривода Schneider Electric)». Работа выполнялась в рамках академического обмена студентами между Университетом Jean Monnet département GEI г. Sant-Etienne, (Франция) и МГТУ им. Г.И. Носова под руководством профессора кафедры АЭПиМ Е.Я. Омельченко на базе Научно-образовательного центра «Шнейдер Электрик-МГТУ им. Г.И. Носова».

Имитация работы элементов трехзвенного манипулятора по кинематической схеме «поворотная платформа, плечо, локоть» выполнялась на базе трех электроприводов нагрузочных агрегатов по системе ПЧ-АД-АД-ПЧ, позволяющих задавать во времени любые скоростные и нагрузочные характеристики. Предварительно эти характеристики были просчитаны на динамической математической модели отработки циклической траектории движения «выдвижение манипулятора, захват груза, возврат, поворот с грузом, выдвижение, отпускание груза, возврат, поворот в исходное состояние». В режимах захвата груза и отпускания изменялась в соответствии с геометрией манипулятора потенциальная нагрузка у механизмов плеча и локтя.

Связь и управление между преобразователями выполнялась промышленным контроллером M-251(SE) по сети CanOpen.

После успешной реализации математической модели двухзвенного манипулятора в среде MATLAB Simulink. Где были исследованы основные параметры манипулятора для возможности математического моделирования механизма перемещения. Для реализации физической модели было осуществлено параметрирование преобразователей частоты, программирование ПЛК на языках Structured Text и Functional Block Diagram для возможности управления электромашинным агрегатом и организации обратной связи по скорости через энкодер.

### Список литературы

1. Робот-манипулятор / Файловый архив для студентов «StudFiles» [электронный ресурс] – режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5331764/> (дата обращения 11.01.2023)

**Каляев М.А.**, магистрант,  
**Кирменёв А.А.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ**

В металлургии в настоящее время повсеместно используется электропривод на основе преобразователя частоты. Это обусловлено высокой эффективностью данных систем, а также возможностью широкого регулирования скорости и момента. Со временем эксплуатации электроприводов, у электрической машины изменяются её параметры, такие как сопротивление обмоток,  $\cos \Phi$ , КПД и т.д. Это обуславливается работой двигателей в несоответствующем режиме работы, в связи с чем возникают дополнительные потери на нагрев, а также аварийными режимами работы как сети, так и самих приводов. Из-за изменений параметров электрических машин могут возникать проблемы с системами автоматического регулирования, так как изначально они настраиваются на паспортные данные двигателей. В связи с этим необходимо периодически уточнять данные параметры в процессе эксплуатации. Для этого используются специальные испытательные стенды.

На кафедре автоматизированного электропривода и мехатроники ФГБОУ ВО МГТУ им. Г.И. Носова были реконструированы стенды с внедрением преобразователей частоты Control Techniques M700-032 для испытаний маломощных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором (АДКЗ). В качестве нагрузочного агрегата используется асинхронный электродвигатель АИР80В-4У2 мощностью 1.5 кВт. Данный стенд рассчитан на испытания АДКЗ мощностью до 3 кВт.

Методика испытаний стенда происходит в соответствии с актуальными ГОСТ по идентификации параметров АД [1], в том числе по опытам холостого хода и короткого замыкания. Также была разработана достоверная математическая модель [2] в пакете Matlab SIMULINK, которая позволяет рассчитать уточненные параметры АДКЗ по результатам опытов на данном стенде.

### Список литературы

1. ГОСТ 7217-87 Машины электрические вращающиеся. Асинхронные двигатели. Методы испытаний.
2. Омельченко Е.Я., Лымарь А.Б., Моисеев В.О. Программа расчета параметров асинхронного двигателя по опытам холостого хода и короткого замыкания // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2021680948 от 16.12.2021

*Под научным руководством д-ра техн. наук, проф., Омельченко Е.Я.*

**Мазнин Д.Н.**, доцент, учитель проектной деятельности

**Бурдин А.А.**, ученик Проектной школы

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОЗДАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА И МЕТОДИК ДЛЯ ПОИСКА ЛЮДЕЙ В ТРУДНОПРОХОДИМЫХ МЕСТАХ**

С каждым годом количество потерявшихся людей не убывает, а даже растет. Поисково-спасательные отряды используют программное обеспечение для смартфонов, дроны, а также, когда это возможно, вертолеты. Но эти технологии недостаточно эффективны. Поэтому в работе будет предложен новый комплекс совмещающий беспилотные летательные аппараты и дрессированных собак.

Целью работы является: разработка комплекса для поиска людей, сокращение времени затрачиваемого на поиски пропавших людей, повышение процента по нахождения пропавших людей или их тел. Главной тенденцией в данном направлении является обеспечение максимальной независимости от человека, обеспечение максимальной продолжительности работы и эффективности действия.

Комплекс будет состоять из трех частей и работающие по определенному алгоритму. В первой части будет поставлена задача по созданию оборудования для собак и их специальной дрессировки. Когда собака нашла человек или его тело, то она начинает лаять, что и фиксирует оборудование передающая информацию в пункт ретрансляции.

Вторая часть комплекса – это беспилотные летательные аппараты выступающие посредником в передаче информации. Они также обеспечивают дополнительную помощь при поисках благодаря передачи картинки с камер и тепловизора. Заключительная же часть – переносная станция для приема и обработки поступающей информации предназначенная для человека. С помощью ее оборудования и программного обеспечения, оператор сможет следить за всеми объектами комплекса и будет направлять поисковые группы по поступающим сигналам.

Данный комплекс позволит не только уменьшить затрачиваемый человеческий ресурс к минимуму, но и позволит снизить денежные и временные затраты на проводимые поисковые операции, а также увеличить эффективность от проводимых мероприятий.

**Мазнина Ю.А.**, ст. преп., учитель проектной деятельности  
**Майхерская Е.Д.**, обучающаяся Проектной школы  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА РОБОТА ДЛЯ ИНСПЕКЦИИ ПОДВОДНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Поверхность нашей планеты примерно на 71% покрыта океанами, но Мировой океан изучен всего на 2-5%. В настоящее время исследования океана проводятся с помощью специально оборудованных судов, подводных аппаратов, спутников Земли. Проблемы автоматизации океанографических исследований являются актуальными в связи с расширением масштабов исследовательских работ и появлением новых задач по освоению океана [1]. Подводная робототехника развивается в разных направлениях: исследования морской флоры и фауны; поиск природных ископаемых на шельфах и их добыча; очистка океана от загрязнений, изучение океанических течений, поисково-спасательные работы.

В настоящее время для промышленности разрабатываются подводные роботы Eelume (Норвегия), Aquanaut (США), Одиссей (Россия); для исследования морской флоры и фауны – робот-медуза, минироботы П. Фрэнка размером с грейпфрут; для очищения океана от мусора: автономно плавающие понтоны для сбора мусора, WasteShark (Дания), SeaClear (Франция).

Представляется целесообразной разработка робота для инспекции подводных магистральных объектов (трубопроводов и кабельных линий) для решения следующих задач: контроль исправности трубопровода и кабельных линий, инспекция на наличие следов очистки трубопроводов, проверка на предмет закладки посторонних устройств, обнаружение устройств съема информации на кабельных линиях.

К конструкции подводного робота для инспекции подводных магистральных объектов предъявляются следующие требования: автономность; большая емкость аккумуляторной батареи; модульная конструкция для разных размеров магистральных объектов; возможность автоматического, защищенного от воды подключения к подводной док-станции.

Робот должен быть оснащен световыми датчиками и средствами видеонаблюдения (камерами). Движение робота может обеспечиваться двумя гидродинамическими тоннелями с гребными винтами (турбинами), а также будут использоваться бионические принципы движения (скат, тюлень).

### Список литературы

1. К вопросу энергообеспечения резидентных подводных роботов и робототехнических комплексов / А.А. Мартынов, В.К. Самсыгин, Д.В. Соколов [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-energoobespecheniya-rezidentnyh-podvodnyh-robotov-i-robototekhnicheskikh-kompleksov>

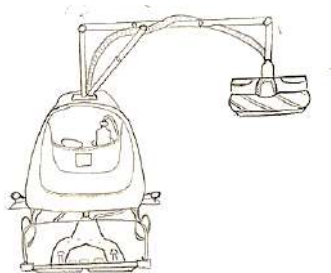
*Под научным руководством доцента Мазнина Д.Н.*

**Васильев С.И.**, обучающийся Проектной школы  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## РОБОТ–УБОРЩИК В КАБИНАХ САМОЛЁТОВ

Роботизация – один из трендов развития современных технологий. Роботы наиболее эффективны там, где могут взять на себя монотонный или тяжелый ручной труд. На данный момент основным способом уборки в аэропортах и салонах самолётов является ручная уборка с использованием пылесосов, ручных щётток, моющих средств и тряпок. Планируется создать робота-уборщика, который позволит персоналу самолета и клининговым службам производить уборку в аэропортах и кабинах самолётов более быстро и эффективно. [1]

Робот будет выполнять влажную и сухую уборку полов и мягких кресел. Конструктивно робот будет представлять собой машину для мойки полов, на верхнюю крышку которого установлен кронштейн с приспособлением для очистки мягкой мебели. Крепление пылесоса собирается из пневмокронштейнов, у которых есть возможность увеличиваться в длину и в ширине, это позволит производить уборку и в широкофюзеляжных самолётах с типом рассадки 3+3+3.



Робот–уборщик для салонов самолетов

Насадки на пылесос целесообразнее сделать съёмные, чтобы можно было убирать разные виды поверхностей: хлопок и искусственную кожу. Высота робота в сложенном состоянии будет не более 1,5 метров, но при необходимости может достигать 2-х метров, что достаточно для работы с креслами любых размеров, в любой компоновке самолёта. Ширина корпуса робота составит 40 сантиметров, такие габариты позволят проезжать между всеми рядами в самолёте.

Стоимость данного устройства составит около 1 миллиона рублей.

### Список литературы

1. Патент № 2272557 С2 Российская Федерация, МПК А47L 9/28, А47L 7/00, А47L 7/02. Робот-уборщик с функцией дезинфекции пола : № 2004116815/12 : заявл. 02.06.2004 : опубл. 27.03.2006 / Д. с. Парк, Д. с. Ли, Д. ю. Ко [и др.] ; заявитель САМСУНГ ГВАНГДЖУ ЭЛЕКТРОНИКС КО., ЛТД. – EDN PQQRUP.

*Под научным руководством ст. преп. Мазниной Ю.А.*

**Омельченко Е.Я.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Лымарь А.Б.**, аспирант, старший преподаватель,  
**Гибадуллин А.И.**, магистрант,  
**Мальцев А.П.**, магистрант  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ МЕХАТРОННОГО НАГРУЗОЧНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Система «преобразователь частоты – асинхронный двигатель» (ПЧ-АД) является на сегодняшний день самой актуальной системой электроприводов. Это обусловлено высокой эффективностью данных систем, а также возможностью широкого регулирования скорости и момента. В процессе эксплуатации или после капитального ремонта ухудшаются основные параметры двигателя, что негативно сказывается на механических и электромеханических характеристиках двигателя и системах управления автоматизированных электроприводов. По этой причине требуется определять эксплуатационные характеристики двигателя – зависимость допустимых токов и моментов при разной длительной скорости при допустимой температуре обмотки статора, соответствующей классу изоляции. Поэтому необходимо периодически уточнять эти параметры, например, после капитального ремонта двигателей. Для этого используются нагрузочные агрегаты.

Для снятия эксплуатационных характеристик АД разработана компьютерная модель мехатронного нагрузочного агрегата по системе «ПЧ-АД-АД-ПЧ». Первая система ПЧ-АД управляет испытуемым двигателем, работающем в двигательном режиме и имеет классическую систему векторного управления с внутренними контурами регулирования активного и реактивного тока статора, внешними контурами потокоцепления ротора и скорости. Вторая система АД-ПЧ управляет нагрузочным двигателем, работающем в генераторном режиме и имеет систему векторного управления с внешними контурами потокоцепления ротора и температуры обмотки статора, которая вычисляется с помощью многомассовой термодинамической модели в зависимости от потерь в двигателе, напряжения и частоты статорной обмотки. В реальном нагрузочном агрегате измерение температуры выполняется с помощью терморезисторов, закрепленных на трех фазах статорной обмотки или с помощью тепловой модели. Работа нагрузочного агрегата начинается с задания минимальной скорости первым преобразователем. Пока температура статорной обмотки не дошла до требуемой, второй преобразователь формирует максимальную нагрузку на валу испытуемого двигателя. При нагреве до заданной температуры снижается нагрузка на испытуемом двигателе, температура статорной обмотки стабилизируется, замеряются ток статора, электромагнитный момент и скорость.

Разработанная компьютерная модель нагрузочного агрегата с замкнутыми контурами регулирования по системе «ПЧ-АД-АД-ПЧ», показала свою работоспособность и может быть рекомендована для стендовых испытаний отремонтированных двигателей для снятия эксплуатационных характеристик.



**Омельченко Е.Я.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Лымарь А.Б.**, старший преподаватель,  
**Гибадуллин А.И.**, магистрант,  
**Мальцев А.П.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ И ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ НАГРУЗОЧНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

На сегодняшний день электроприводы переменного тока, управляемыми полупроводниковыми преобразователями частоты (ПЧ-АД), заняли лидирующее положение. Данные системы обладают широким диапазоном регулирования момента и скорости, а также они высокоэффективны и позволяют решить целый ряд проблем, связанных с несовершенством существующих систем электрического привода. В процессе эксплуатации измерение температуры обмоток двигателя, стали статора, корпуса и т.д., является одним из необходимых диагностических факторов определения состояния двигателя, его надежности и срока службы. Достоверная информация о текущем тепловом состоянии электродвигателя позволяет обеспечить, в первую очередь, защиту электродвигателя от возможных аварийных режимов, связанных с температурными изменениями. На стадии разработки электродвигателя или после капитального ремонта существующего необходима информация о влиянии нагрузки и степени охлаждения на температурное состояние его обмоток.

Для исследования длительных режимов работы разработана компьютерная модель оригинального нагрузочного агрегата по системы ПЧ-АД-АД, в котором роторы двигателя связаны клиноременной передачей с разным передаточным отношением. В данной системе низкоскоростной двигатель является испытуемым и работает в двигательном режиме, а высокоскоростной работает в генераторном режиме и является нагрузочным. Для эффективного использования агрегата применяется замкнутая система скалярного управления, которая включает в себя двухконтурную систему регулирования с внутренним контуром регулирования тока статора по каналу напряжения и внешним контуром стабилизации температуры двигателя. Температура обмотки статора вычисляется с помощью много-массовой термодинамической модели в зависимости от потерь в двигателе, напряжения и частоты статорной обмотки. В реальном нагрузочном агрегате измерение температуры выполняется с помощью терморезисторов, закрепленных на трех фазах статорной обмотки или с помощью тепловой модели.

Запуск нагрузочного агрегата выполняется плавным заданием от задатчика интенсивности частоты ПЧ. Испытуемый двигатель входит в двигательный режим, а нагрузочный в генераторный. Двухконтурная система термостабилизации за счет подбора тока статора обеспечивает стабилизацию температуры статорной обмотки по каналу напряжения.

Разработанная компьютерная модель нагрузочного агрегата с замкнутыми контурами регулирования по системе «ПЧ-АД-АД», показала свою работоспособность и может быть рекомендована для стендовых испытаний отремонтированных двигателей для снятия тепловых характеристик.

**Емельянов В.А.**, студент

**Вичкунин Д.Д.**, студ. Многопрофильного колледжа

**Храмцова Е.И.**, преподаватель Многопрофильного колледжа

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИНИИ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА СТАНА ТПУ 30-102 С ЗАМЕНОЙ МАШИННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ НА СТАТИЧЕСКИЕ**

Острой проблемой производств зачастую является устаревшее оборудование, требующее замены, как технически и морально устаревшее, не исключением является и в цехе №8 АО «ПНТЗ»

Прокатка труб в непрерывном стане ТПУ 30-102 идёт со сползанием трубы с оправки, при этом труба после непрерывного стана имеет два выраженных участка по температуре:

—передний участок трубы длиной около 10 м в зависимости от толщины стенки имеет температуру в среднем 800 0С;

—задний участок трубы длиной около 18 м имеет температуру 550-600 0С.

Для повышения и выравнивания температуры по длине и сечению перед редуцированием или калиброванием производится нагрев черновых труб в индукционной установке.

Основные технические характеристики индукционной установки:

—мощность – 11500 кВт,

—частота – 2400 Гц;

—две линии по 16 индукторов.

Цель проекта – снижение затрат на готовую продукцию, путем модернизации электромашиных преобразователей с заменой на статические преобразователи определяет актуальность работы. Таким образом, ожидаемый результат от модернизации определяет поставленные задачи, заключающиеся в получении следующих показателей:

1. Отсутствие потерь электроэнергии при работе на холостом ходу.

2. Высокий КПД – 90%.

3. Стабильный процесс прокатки труб в редуцированном и калибровочном станах благодаря достаточному нагреву трубы в индукционной установке, за счет чего снижается РКМ.

4. Снижены расходы на потребление электроэнергии, затрачиваемой на нагрев труб, на 54 563,00 тыс. руб./год.

### **Список литературы**

1. Учебный стенд для программирования электроустановок на базе ПЛК «ОВЕН ПР110» / Емельянов В.А., Вичкунин Д.Д., Карнаузов А.А., Храмцова Е.И. // Актуальные проблемы современной науки, техники, образования: материалы 79-й межрегиональной научно-технической конференции. Магнитогорск. Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2021. Т.1 С.243.

**Брусницын Л.С.**, студент Многопрофильного колледжа  
**Родионов А.П.**, студ. Многопрофильного колледжа  
**Волошин А.А.**, студ. Многопрофильного колледжа  
**Храмцова Е.И.**, преподаватель Многопрофильного колледжа  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОРГАНИЗАЦИЯ МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ЗВОНКОВ В МНОГОПРОФИЛЬНОМ КОЛЛЕДЖЕ ФГБОУ ВО «МГТУ ИМ. Г. И. НОСОВА»**

В период обучения в колледже, было замечено, что состояние систем подачи звонков не соответствует ряду требований: неточность во времени, ложные срабатывания, недостаточная вариативность, сложность настройки аппарата управления. Мы поставили себе цель узнать о работе систем управления звонками и предложить современное решение по его организации.

Следует отметить, что сегодня существуют три способа организации учебных звонков: ручная подача; автоматическая подача с помощью специализированного реле времени; автоматическая подача с помощью программируемого логического реле, используемого в системах малой автоматизации.

Последний способ обладает большими возможностями, особенно это актуально во время локдаунов, когда есть необходимость в разведении людских потоков, путем записи большого количества различных временных интервалов, кроме того, современные ПЛК позволяют управлять звонками и проводить их диагностику дистанционно.

Контролеры ONI [3] и 5M [2] имеют плюсы, так и минусы. Мы полагаем, что целесообразно объединить их хорошие качества – лёгкость первичной настройки, небольшие размеры, функционал. И избавиться от плохих – сложность изменения уже работающей установки, ценовая политика. Тем самым привести систему звонков, если не до идеала, то до более высокого уровня.

Интеллектуальные программируемые реле могут выполнять ряд задач в производственных и непроизводственных сферах, в которых нет необходимости использовать программируемые логические контроллеры (ПЛК) промышленного типа.

### Список литературы

1. Звонок 5M: [официальный сайт]. – Москва. – Обновляется в течении суток . URL: <https://www.zvonok5m.ru/downloads> (дата обращения 30.04.2022). Текст: электронный
2. ONI Разумная автоматика: [официальный сайт]. – Москва. – Обновляется в течении суток. URL: <http://onisystem.com/produktsiya/catalog/?page=detail&article=PLR-S-CPU-1410> (дата обращения 30.04.2022). – Текст: электронный

**Гресько Т.Н.**, магистрант

**Ермаков Ю.А.**, магистрант

**Сокурян С.С.**, магистрант

**Линьков С.А.**, доцент, канд. техн. наук

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА УТОЧНЕННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАЗМАТЫВАТЕЛЯ И ОЧАГА ДЕФОРМАЦИИ ПРОВОЛОКИ В ВОЛОКЕ ПРЯМОТОЧНОГО ВОЛОЧИЛЬНОГО СТАНА**

Целью данной работы является описание комплексной уточненной математической модели автоматизированного электропривода размотки прямоточного волоочильного стана ВПТ-5/750 совместно с очагом деформации проволоки первой проволоки, а также создание структурной схемы общей модели для моделирования переходных процессов в программе Matlab Simulink основных регулируемых координат, таких как: скорость и ток приводного двигателя, противонапряжение проволоки до волюки и натяжение после волюки.

В качестве приводного двигателя размотки применяется асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором с векторной системой управления, т.к. он более защищен от попадания пыли и эмульсионной взвеси на токоведущие части. Барабан размотки цилиндрический и представляет из себя шпулю с равномерно намотанной на неё (виток к витку) металлической заготовкой круглого сечения. Заготовка протягивается через волюку, где она деформируется в очаге деформации, уменьшаясь в сечении и удлиняясь. Основной задачей автоматизированного электропривода участка размотки является поддержание заданного технологией постоянного противонапряжения проволоки между моталкой и волюкой [1]. Данная величина зависит от радиуса барабана размотки с проволокой и приводного момента. В процессе размотки проволоки момент должен уменьшаться для поддержания постоянного натяжения перед волюкой, что является залогом правильной деформации проволоки в очаге деформации волюки и уменьшения энергопотребления приводного двигателя. Поддержание постоянства натяжения проволоки благотворно влияет на уменьшение износа поверхности волюки. Поверхность волюки изнашивается равномерно по всей площади очага деформации и, как следствие, сечение проволоки на выходе более круглое, а отсутствие рынков значительно уменьшает вероятность обрыва проволоки в процессе эксплуатации стана.

Модель позволяет магистрантам и исследователям отрабатывать навыки настройки и наладки автоматизированного электропривода участка размотки волоочильного стана на математической модели, задавать начальные условия для волючения, исследовать переходные процессы основных регулируемых координат, вносить коррективы в математическую модель.

### Список литературы

1. Линьков, С. А. Разработка автоматизированного электропривода энергоэффективного прямоточного волоочильного стана : специальность 05.09.03 "Электротехнические комплексы и системы" : автореф.т дис. ... канд. техн. наук / Линьков Сергей Александрович. Магнитогорск, 2006. 16 с. EDN NKDZEJ.

Гресько Т.Н., магистрант

Ермаков Ю.А., магистрант

Сокурян С.С., магистрант

Линьков С.А., доцент, канд. техн. наук

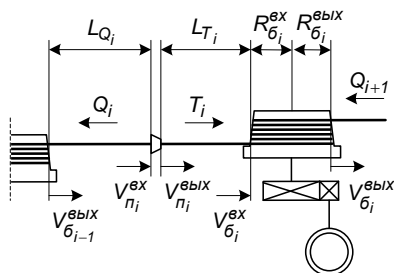
Николаев А.А., доцент, канд. техн. наук

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОЛОЧИЛЬНОГО БЛОКА И МЕЖБАРАБАННОГО ПРОМЕЖУТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО ПРЯМОТОЧНОГО ВОЛОЧИЛЬНОГО СТАНА

Целью работы является описание математической модели волоचильного блока и межбарабанного промежутка прямоточного волочильного стана ВПТ-5/750 в связке с асинхронным электроприводом и приводным редуктором.

Волочильный блок прямоточного волочильного стана состоит из вытяжного барабана с приводным электродвигателем, установленной перед ним волокой и обрабатываемой проволокой (см. рисунок). В процессе волочения на проволоку действует усилие волочения  $T_i$ , и усилие противонатяжения  $Q_i$ , [1].



Расчетная схема межбарабанного промежутка

Математическое вычисление величин натяжения и противонатяжения проволоки зависит от множества факторов, имеющих взаимосвязи. При разработке математической модели пренебрегается упругими удлинениями проволоки на тянущих барабанах. Межбарабанный промежуток состоит из трех участков: участка от точки соприкосновения (схода) проволоки с  $(i-1)$  барабана до ее входа в  $i$ -ый очаг деформации; участка от  $i$ -го очага деформации до точки соприкосновения проволоки с вытяжным барабаном; участка проволоки на барабане. Универсальная математическая модель волочильного блока и межбарабанного промежутка создана для дальнейшего моделирования  $n$ -кратного прямоточного волочильного стана с возможностью исследования взаимосвязей его различных параметров для устойчивой работы стана в целом.

### Список литературы

1. Линьков, С. А. Разработка автоматизированного электропривода энергоэффективного прямоточного волочильного стана : специальность 05.09.03 "Электротехнические комплексы и системы" : дис. ... канд. техн. наук / Линьков Сергей Александрович. Магнитогорск, 2006. 130 с. EDN NOARMD.

**Морковник Д.А.**, студент,  
**Кувалдин О.Е.**, магистрант,  
**Шварцкоп М.А.**, магистрант,  
НИУ ЮУрГУ, г. Челябинск,

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСА С ГАЗОПОРШНЕВЫМИ ГЕНЕРАТОРНЫМИ УСТАНОВКАМИ**

В статье разработана и рассмотрена программа в среде Matlab Simulink позволяющая производить точный расчет количества и качества автономных источников энергии и систем накопления энергии под резко переменной нагрузкой, характерной для горнодобывающей промышленности, в которой часто применяются автономные электрические сети. По причине резкопеременной нагрузки при промышленной добычи к генераторам предъявляются высокие требования, которые с экономической точки зрения неоправданные и избыточные [2]. Для «сглаживания» резкости нагрузочных графиков применяются электролитические накопители энергии (сетевые накопители энергии СНЭ), которые позволяют уменьшить скорость нарастания пиков нагрузки и тем самым снизить нагрузку на генераторы и уменьшить количество одновременно включённых в работу генераторов, что повышает отказоустойчивость и экономическую выгоду ресурсной добычи [3], [4]. Именно для моделирования подобных автономных электрических сетей и была разработана программа в Matlab Simulink, позволяющая учесть ряд параметров электрогенераторов, электролитических накопителей энергии и резко переменной нагрузки, а также количество каждого перечисленного элемента сети для предсказания и расчета экономической выгоды применения различных конфигураций и комбинаций включенного в работу оборудования [5].

Модель включает в себя возможность обработки резкопеременных входных мощностей, выдавая мощность на газопоршневых установках, СНЭ и, позволяя получать качественные характеристики (температура, срок жизни) СНЭ.

### Список литературы

1. Закиров, Д. Г. Научно-методические основы разработки программ повышения энергоэффективности и энергосбережения угольных предприятий на базе энергетических обследований / Д. Г. Закиров, Д. Д. Закиров, М. А. Мухамедшин. // Уголь. 2010. № 3. С. 66–68.
2. Новые решения для энергоснабжения угольных шахт // Уголь. 2013. № 9. С. 46
3. Исследование схем замещения синхронного двигателя с постоянными магнитами / Лицин К.В., Головкин С.А., Маннанов Н.И., Шрам В.А. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. № 8. С. 357-362.
4. Лицин К.В. Анализ технико-экономических параметров системы высоковольтного электропривода переменного тока с промежуточными трансформаторами // Вестник Чувашского университета, 2019. № 3. С. 142–149.

*Под научным руководством Лицина К.В., доц., канд. техн. наук, ФГАОУ Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк, РФ*

**Морозков Д. А.**, студент,  
НИУ ЮУрГУ, г. Челябинск

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ**

В последнее время актуальным направлением становится определение углового положения с помощью бездатчиковых методов. Практически все из них основаны на параметрах двигателя, которые меняются в процессе его эксплуатации. В статье проводится исследование алгоритмов идентификации синхронного двигателя с обмоткой возбуждения. Проведён анализ методов, необходимых для точного определения параметров двигателя.

Для решения задач идентификации синхронного двигателя существуют следующие методы, использующиеся до пуска двигателя в работу (off-line методы) и методы, использующиеся в режиме работы двигателя (on-line методы). Описываемые в данной статье методы нередко применяют совместно для более точной идентификации параметров двигателя.

### Преимущества и недостатки off-line методов идентификации

Метод идентификации	Преимущества	Недостатки
Короткое замыкание	Позволяет идентифицировать изменение временных констант короткого замыкания, можно идентифицировать переходные процессы по продольной оси	Во многих условиях не только невозможно получить такого рода экспериментальные условия, но и очень непросто устанавливать и снимать нагрузку на систему
Холостой ход	Предоставляет данные для продольной и поперечной осей	Проведение несколько затруднено, для большинства машин трудно или невозможно достичь условий ненасыщения, что усложняет тестирование и анализ результатов
Частотные испытания	Можно получить скорости изменения величин статора или поля в широком диапазоне частот	Могут возникнуть проблемы, связанные с отсутствием учета эффектов вращения

### Список литературы

1. Сотников В.В. Электрические машины: в 2 ч. Ч. 2. Синхронные машины. Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. 126 с.
2. Лицин К.В., Шрам В.А., Маннанов Н.И., Головкин С.А. Исследование схем замещения синхронного двигателя с обмоткой возбуждения // Наука и производство Урала. 2022. Т. 18. С. 65-69
3. Лицин К.В., Головкин С.А., Маннанов Н.И., Шрам В.А. Исследование схем замещения синхронного двигателя с постоянными магнитами // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. № 8. С. 357-362.

*Под научным руководством Лицина К.В., доц., канд. техн. наук, ФГАОУ Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк, РФ*

**Белых Д.В.**, ст. преп.,  
**Лицин К.В.**, доц., канд. техн. наук,  
ФГАОУ Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ МАШИНЫ ПОДАЧИ КИСЛОРОДА**

Система машины подачи кислорода (далее МПК) позволяет обеспечить нагрев, перемешивание и химический процесс в конвертере. МПК-160 предназначена для продувки жидкого чугуна кислородом сверху в конвертере вместимостью 160 т. с использованием водоохлаждаемой кислородной фурмы, а также замены вышедшей из строя фурмы на резервную.

Целью данной работы является разработка системы автоматизации МПК с возможностью повышения надежности и безопасности её работы при увеличении эффективности её использования.

Разработанная система автоматизации и визуализации, соответствует необходимым техническим параметрам реальной МПК. Смоделированные элементы, представленные на экранах визуализации, осуществляют адекватную работу по заданному алгоритму, что также можно увидеть и на циклограммах, созданных вручную и в среде TIA Portal.

Капитальные затраты, включающие в себя стоимость нового оборудования, затраты на транспортировку и монтаж, составят 4 577 589,89 рублей. Амортизационные отчисления составят 305 325,25 рублей в год. Увеличение прибыли и производительности в результате модернизации, из-за сокращения времени и расходов на проведение плановых ремонтов в 2 раза и времени аварийных простоев на 90 %, составит +14,38 % в год. Фактические рабочие часы конвертера увеличатся на 1052,8 часов в год, денежный поток возрастет на 2 519 648,73 рубля в год, производительность конвертера увеличится на 126 114,91 тонн в год. Срок дисконтированной окупаемости проекта – 2,92 года.

### Список литературы

1. Лицин К. В., Белых Д. В. Разработка системы визуализации машины подачи кислорода // Сталь. 2022. №10. С. 12–16.
2. Лицин К.В., Утямишев Д.М. Повышение эффективности управления автоматической системы подачи шлакообразующей смеси в кристаллизатор машины непрерывного литья заготовок // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 306-312.
3. Синельников В. О. Дифференциальные и интегральные уравнения при моделировании течения газозвеси в фурме для раздувки шлака кислородного конвертера // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т.2. №4–1 (9–1). С. 115–118.
4. Лицин К.В., Утямишев Д.М. Бездатчиковый электропривод системы подачи смеси в кристаллизатор установки непрерывной разливки стали // Черные металлы. 2021. № 3. С. 16.



**Цуканов А.В.**, магистрант

ОГУ, г. Оренбург, РФ

**Лицин К.В.**, канд. техн. наук, доцент,

НФ НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк, РФ

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАЛЛЕТОУКЛАДЧИКОМ**

Производство цемента занимает одну из ведущих ролей в промышленном секторе. Соответственно, предприятия по производству цемента имеют ключевое значение в экономике страны. Поэтому разработка автоматизированных систем, позволяющих повысить производительность работы оборудования подобных предприятий, является актуальным направлением [1].

В качестве объекта работы выбран паллетоукладчик. Данный агрегат используется на автоматической линии упаковки, в частности, для укладки на поддон мешков с сыпучим материалом. Разработка автоматизированной системы на основе паллетоукладчика приведёт к увеличению количества упакованного в мешки цемента, готового к отгрузке, и уменьшит затраты на хранение произведенного цемента (неупакованного) на складах [2-3]. Также, техническое решение позволит увеличить прибыль от реализации продукции за счет снижения себестоимости производства цемента. В рамках данного проекта предложена замена и перенастройка оборудования. Представлена система автоматического регулирования приводом подъема паллетоукладчика.

Работоспособность разработанной САР проверена как с помощью ПО Matlab Simulink, так и на базе лабораторного стенда «BoomBox Imperix». Полученные результаты отвечают всем поставленным задачам.

В качестве основного оборудования предложено использование технических средств российского производства. Для реализации проекта модернизации, согласно проведенным расчетам, потребуется около 815 тыс. руб. Результатом проведения модернизации будет снижение себестоимости производства цемента, вследствие чего, увеличение прибыли от реализации продукции составит 1,85 млн руб. Срок окупаемости такого проекта составляет около 5 месяцев.

### Список литературы

1. Цуканов А.В., Лицин К.В., Басков С.Н. Разработка системы управления асинхронным электродвигателем на основе адаптивной модели в условиях листопркатного производства // Черные металлы. 2022. № 5. EDN EFFCDM.
2. Баумайстер Г. Комплектная технологическая линия фасовки, паллетирования и упаковки сыпучих строительных материалов широкого ассортимента // Цемент и его применение. 2018. № 6. С. 62-63. EDN YYMINV.
3. Цуканов А.В., Лицин К.В. Разработка автоматизированной системы машины пакетной резки прокатного производства // Черные металлы. 2023. № 1.

**Николаев А.А.**, заведующий кафедрой АЭПиМ, канд. техн. наук, доцент,  
**Тулупов П.Г.**, канд. техн. наук,  
**Рыжевол С.С.**, аспирант,  
**Ефремов В.А.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Ануфриев А.В.**, ведущий специалист,  
ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ ГИБКИМИ МОДУЛЬНЫМИ ДСП НА ПРИМЕРЕ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ» И ЧерМК ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ»**

В рамках работы рассмотрен типовой алгоритм управления комбинированными РСВ-горелками и инжекторами углеродосодержащего материала гибкой модульной печи ДСП-1. Выявлено, что в принятой и применяемой на производстве концепции решение о переходе РСВ-горелки из режима горелки в режим кислородной фурмы, а также включении инжекторов углеродосодержащего материала (УСМ) принимается непосредственно оператором печной установки на основе набора эмпирических признаков, характерных для той или иной технологической стадии плавки.

С целью оптимизации подхода к управлению электрическим режимом печи, разработан усовершенствованный алгоритм управления РСВ-горелками и инжекторами УСМ, который позволит обеспечить принятие решений о переключении режимов работы РСВ-горелки и включении инжекторов УСМ в автоматическом режиме. В основе данного алгоритма лежит анализ коэффициента шлака, величина которого напрямую зависит от уровня высших гармоник в составе сигналов электрической дуги [1], а также физических процессов, протекающих внутри ванны печи. Внедрение предложенного алгоритма позволит обеспечить наиболее своевременную адаптацию режимов работы комбинированных горелок и инжекторов УСМ. Кроме того, в рамках нового алгоритма предложено применять дополнительный режим работы РСВ-горелки в режиме фурмы после включения инжекторов УСМ с пониженным расходом кислорода для обеспечения перемешивания расплава.

Внедрение предложенного алгоритма позволит обеспечить наиболее своевременную адаптацию режимов работы комбинированных горелок и инжекторов углеродосодержащего материала, что в свою очередь обеспечит повышение общей энергоэффективности работы сталеплавильного комплекса за счёт увеличения суммарного теплового КПД электрических дуг и оптимального режима работы горелок.

### Список литературы

1. Николаев А.А., Тулупов П.Г., Омельченко Е.Я. Экспериментальные исследования гармонического состава токов и напряжений дуг мощной дуговой сталеплавильной печи шахтного типа // Электротехнические системы и комплексы. 2018. №4 (41). С.63-72

**Гилемов И.Г.**, аспирант,  
**Буланов М.В.**, доцент каф. АЭПиМ,  
**Светлаков М.С.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ СТАНА ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ 1750 ЗАО «ММК METALURJI» НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ВО ВНУТРИЗАВОДСКОЙ СЕТИ**

Главные электроприводы клетей стана горячей прокатки 1750 ЗАО «ММК Metalurji» выполнены на базе преобразователей частоты с активными выпрямителями (ПЧ-АВ) [1]. Из-за применения специальных алгоритмов широтно-импульсной модуляции (ШИМ), ток ПЧ-АВ может содержать высокочастотные гармоники значимой величины. При наличии во внутриводской системе электроснабжения резонансных явлений, обусловленных взаимным влиянием индуктивностей сетевых трансформаторов и ёмкостей протяжённых кабельных линий, возможно попадание гармоник, генерируемых преобразователями, в резонансную область. В этом случае происходит их значительное усиление, что негативно сказывается на качестве напряжения системы электроснабжения.

Как показали исследования [1], при разработке мероприятий по улучшению электромагнитной совместимости (ЭМС) ПЧ-АВ с питающей сетью и повышении показателей качества напряжения во внутриводской распределительной сети важно учитывать режимы работы мощных электроприводов. В связи с этим, для исключения проблем с ЭМС при модернизации агрегатов с внедрением мощных электроприводов на базе ПЧ-АВ необходимо производить анализ их влияния на качество напряжения питающей сети во всех режимах работы этих электроприводов для данного электротехнического комплекса. В работе представлены результаты исследований исследование влияния режимов работы электроприводов стана горячей прокатки 1750 ЗАО «ММК Metalurji» на качество электроэнергии во внутриводской распределительной сети. Также даны рекомендации по улучшению ЭМС ПЧ-АВ с питающей сетью 34,5 кВ.

### Список литературы

1. Nikolaev A. A., Maklakov A. S., Gilemov I. G., Bulanov M. V. Experimental Studies of Power Quality in the 34.5 kV Network of MMK Metalurji During Operation of Electric Drives with Active Rectifiers // 2022 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). Magnitogorsk. Russian Federation. 2022. P. 359-366. doi: 10.1109/UralCon54942.2022.9906723.

2. Nikolaev A. A., Gilemov I. G., Bulanov M. V. Influence Investigation of Electric Drive Operation Mode at a Rolling Mill FC with AR on the 10kV Supply Network Voltage Quality // 2021 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). Magnitogorsk. Russian Federation. 2021. P. 535-540. doi: 10.1109/UralCon52005.2021.9559456.

*Под научным руководством зав. каф. АЭПиМ, канд. техн. наук, доцента  
Николаева А.А.*

**Буланов М.В.**, доцент каф. АЭПиМ,  
**Гилемов И.Г.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Денисевич А.С.**, ведущий специалист,  
ОАО «МРСК Урала» - Челябинэнерго, г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ МОЩНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ НА БАЗЕ ПЧ-АВ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ВНУТРИЗАВОДСКОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

На сегодняшний день на промышленных площадках широко используются активные выпрямители (АВ). Данные устройства являются составной частью регулируемых электроприводов переменного тока с преобразователями частоты ПЧ большой мощности. Их применение обуславливается рядом преимуществ в сравнении с классическими ПЧ с диодными выпрямителями, такими как: возможность рекуперации тормозной энергии в питающую сеть и, как утверждают производители, лучшей электромагнитной совместимостью (ЭМС) с питающей сетью. Однако, опыт эксплуатации ПЧ-АВ показывает, что из-за использования активными выпрямителями широтно-импульсной модуляции высока вероятность сильного искажения напряжения питающей сети гармониками высокого порядка, с номерами выше 40-50. Сущность данного явления заключается в возникновении падения напряжения на высокоомных участках частотной характеристики сети при протекании даже небольшого по амплитуде высокочастотного тока. Наличие в частотной характеристике участков с высоким сопротивлением объясняется параллельным резонансом тока между индуктивностью сетевого трансформатора и эквивалентной емкостью кабельных линий, отходящих от подстанции. Современные стандарты качества электроэнергии, не учитывают гармоники выше 40-50 что значительно затрудняет оценку степени влияния мощных ПЧ-АВ на качество электроэнергии в питающей сети обычными, сертифицированными, анализаторами качества электроэнергии. Поэтому актуальной задачей является разработка специализированной методики, позволяющей дать оценку влиянию конкретного ПЧ-АВ на сеть.

В работе представлены результаты исследований качества электрической энергии во внутризаводских сетях среднего напряжения, которые доказывают неэффективность оценки влияния мощных ПЧ-АВ на питающую сеть с помощью показателей качества электроэнергии, определенных существующими стандартами. Разработана методика оценки влияния мощных ПЧ-АВ на качество электроэнергии в питающей сети, учитывающая высокочастотные гармоники токов и напряжений (свыше 40-й гармоники), генерируемых ПЧ-АВ.

### **Список литературы**

1. Разработка научно обоснованных технических решений по обеспечению электромагнитной совместимости мощных промышленных электроприводов с питающей сетью: монография / А.А. Николаев, М.В. Буланов, И.Г. Гилемов, М.Ю. Афанасьев, К.А. Шахбиева, В.А. Лаптова. Магнитогорск. Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2021. 330 с.

*Под научным руководством зав. каф. АЭПиМ, канд. техн. наук, доцента Николаева А.А.*

**Николаев А.А.**, заведующий кафедрой АЭПиМ, канд. техн. наук, доцент,  
**Гилемов И.Г.**, аспирант,  
**Буланов М.В.**, доцент каф. АЭПиМ,  
**Афанасьев М.Ю.**, доцент каф. АЭПиМ,  
**Ивекеев В.С.**, ст. науч. сотр.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТАБЛИЦ УГЛОВ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ СИЛОВЫХ КЛЮЧЕЙ АКТИВНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЗА ЦИКЛ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПРОКАТНОГО СТАНА**

Большинство промышленных механизмов характеризуется цикличностью работы. Периоды нагрузки сочетаются с периодами работы на холостом ходу или остановки. Работа значительного числа прокатных станов также отличается цикличностью. При этом в широком диапазоне изменяются моменты на приводных валах клетей стана.

Современные электропривода прокатных станов выполняются на базе преобразователей частоты с активными выпрямителями (ПЧ-АВ) [1]. Напряжение на входе АВ формируется с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Для снижения негативного влияния ПЧ-АВ на питающую сеть применяются специальные алгоритмы ШИМ, позволяющие исключить или подавить гармоники с определёнными номерами. Таблицы углов переключения силовых ключей АВ для таких алгоритмов рассчитываются заранее.

С целью поиска оптимальных таблиц углов переключения силовых ключей АВ с учётом режимов работы электроприводов прокатного стана необходимо использование показателей, характеризующих качество электроэнергии в системе внутризаводского электроснабжения.

В работе представлена методика расчёта таблиц углов переключения силовых ключей АВ с использованием новых интегральных показателей качества напряжения во внутризаводской распределительной сети 6 – 35 кВ металлургического предприятия за цикл работы прокатного стана.

### **Список литературы**

1. Обеспечение эффективного функционирования мощных промышленных электроприводов на базе преобразователей частоты с активными выпрямителями: монография / А.А. Николаев, М.В. Буланов, И.Г. Гилемов, В.С. Ивекеев, А.С. Денисевич, М.Ю. Афанасьев. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2022. 396 с.

**Максимов И.И.**, магистрант,  
**Мустаков Р.А.**, магистрант,  
**Захаров В.М.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ АГРЕГАТОВ НЕПРЕРЫВНОГО ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ И ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ СТАМБУЛЬСКОЙ ПЛОЩАДКИ ЗАО «ММК METALURJI»**

В цикле изготовления готовой продукции на металлургических предприятиях особое место занимают агрегаты непрерывной обработки полосы: непрерывно-травильные агрегаты (НТА), агрегаты непрерывного горячего цинкования (АНГЦ) и агрегаты полимерных покрытий (АПП). Безаварийная работа современных агрегатов обработки полосы является ключевой проблемой, так как от этого зависит качество произведенной продукции и производительность самого агрегата [1]. Главной причиной нестабильной работы агрегатов непрерывной обработки полосы являются колебания натяжения, скорости и моментов электроприводов механизмов, функционирующих в разных зонах агрегатов. Для решения проблем, связанных с колебаниями натяжения и скорости, необходимо обеспечить оптимальную настройку систем автоматического регулирования (САР) взаимосвязанных электроприводов основных механизмов входной, технологической и выходной зон агрегатов (разматыватели, натяжные станции, накопители полосы, тянущие ролики, дрессировочная клеть, моталки).

В работе разработаны и исследованы усовершенствованные алгоритмы управления взаимосвязанными электроприводами входной и выходной зон агрегатов АНГЦ и АПП, функционирующих на стамбульской площадке металлургического завода ЗАО «ММК Metalurji». Благодаря применению усовершенствованной системы автоматического регулирования момента с коррекцией по скорости (САРМ КС) для электроприводов натяжных станций и накопителей полосы был достигнут технический эффект по снижению колебаний натяжения полосы в динамических режимах работы электроприводов входной и выходной зон агрегатов.

### Список литературы

1. Исследование режимов работы взаимосвязанных электроприводов агрегата непрерывного горячего цинкования / Д.А. Фатхуллин, А.А. Николаев, А.П. Камаев, Е.В. Минеев, Т.Ю. Вахитов // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2009. №1. С.81-83.
2. Разработка усовершенствованных алгоритмов управления взаимосвязанными электроприводами натяжных станций агрегатов непрерывной обработки полосы / Д.А. Фатхуллин, Т.Р. Храмшин, А.А. Николаев, Е.В. Минеев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2010. №3-3. С.181-185.

*Под научным руководством зав. каф. АЭПиМ, канд. техн. наук, доцента  
Николаева А.А.*

Денисевич А.С., ведущий специалист,  
ОАО «МРСК Урала» - Челябинэнерго, г. Магнитогорск, РФ  
Тулупов П.Г., доцент каф. АЭПиМ,  
Афанасьев М.Ю., доцент каф. АЭПиМ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИЕЙ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕАКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТОКА**

В настоящее время главные электроприводы прокатных станов выполняются на базе высоковольтных синхронных (асинхронных) электродвигателей и высоковольтных преобразователей частоты с активными выпрямителями (ПЧ-АВ). Опыт эксплуатации ПЧ-АВ показал, что система управления активного выпрямителя (АВ) не адаптирована к несимметрии питающего напряжения, возникающие в питающей сети однофазные провалы напряжения глубиной 30% и длительностью 200 мс, приводят к аварийным отключениям ПЧ-АВ.

На примере главных электроприводов стана горячей прокатки «1750», функционирующего на металлургическом заводе ЗАО «ММК Metalurji» (г. Искендерун, Турция), была разработана усовершенствованная система управления АВ с функцией регулирования тока по реактивной составляющей. В нормальном режиме работы АВ ток по реактивной составляющей равен нулю, ПЧ-АВ работает с коэффициентом мощности равным 1. В момент возникновения провала напряжения усовершенствованная система управления АВ переводит АВ в режим генерирования тока по реактивной составляющей, для компенсации провала напряжения в питающей сети [1].

В данной работе представлены результаты исследования эффективности усовершенствованной системы управления АВ с функцией регулирования тока по реактивной составляющей при различной величине провалов напряжения в питающей сети и параллельной работе прокатного и электросталеплавильного комплексов. Приведена методика расчета оптимальных коэффициентов пропорциональной и интегральной частей корректирующего регулятора реактивной составляющей сетевого тока АВ. Определены диапазоны изменения глубины и длительности провалов напряжения, при которых усовершенствованная система управления АВ обеспечивает отсутствие аварийных отключений электроприводов прокатных клетей. Показано влияние величины мощности короткого замыкания на общих секциях заводской ГПП на эффективность функционирования усовершенствованной системы управления АВ.

### **Список литературы**

1. Николаев А.А., Денисевич А.С., Буланов М.В. Исследование параллельной работы автоматизированных электроприводов прокатного стана и дуговой сталеплавильной печи // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2017. Вып. 3. С. 59–69.

*Под научным руководством зав. каф. АЭПиМ, канд. техн. наук, доцента Николаева А.А.*

**Афанасьев М.Ю.**, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Денисевич А.С.**, ведущий специалист,  
ОАО «МРСК Урала» - Челябинэнерго, г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО КОРРЕКТИРУЮЩЕГО ФИЛЬТРА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТЯХ С АКТИВНЫМИ ВЫПРЯМИТЕЛЯМИ ПРИ НАЛИЧИИ РЕЗОНАНСНЫХ ЯВЛЕНИЙ**

Применение традиционных одночастотных фильтров не всегда позволяет решить проблему электромагнитной совместимости (ЭМС) мощных электроприводов на базе преобразователей частоты с активными выпрямителями (ПЧ-АВ) из-за широкого диапазона значимых гармоник, особенно в среднечастотном и высокочастотном диапазонах. Установка традиционных фильтров сопровождается дополнительными паразитными резонансами тока, которые усиливают промежуточные гармоники. Данные гармоники многократно усиливают колебания и сильно искажают форму напряжения при наложении частотной характеристики распределительной сети на область высокочастотных гармоник, генерируемых современными ПЧ с АВ.

В ходе проведенных ранее исследований [1, 2] был предложен новый способ обеспечения ЭМС ПЧ-АВ с питающей сетью за счет использования специализированных пассивных фильтров (СПФ), которые обеспечивают сдвиг основного резонанса в частотной характеристики сети в безопасную область, где отсутствуют значимые гармоники, генерируемые ПЧ с АВ. В рамках этого направления исследований в данной работе была разработана и исследована методика выбора оптимальных параметров СПФ для улучшения качества электроэнергии в сетях с ПЧ с АВ при наличии резонансных явлений. За основной критерий оптимальности при выборе номинальной мощности СПФ было принято минимально возможное значение суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения  $K_U$  на общих секциях 6-35 кВ заводской ГПП. Основными ограничениями являлись: 1) максимально допустимый уровень суммарного коэффициента гармонических составляющих тока  $K_I$ , потребляемого СПФ из сети; 2) максимально допустимый уровень амплитуды тока, а также уровень коммутационных перенапряжений, возникающих при подключении СПФ к сети 6-35 кВ.

### Список литературы

1. Nikolaev A., Maklakov A., Bulanov M., Gilemov I., Denisevich A., Afanasev M. Current Electromagnetic Compatibility Problems of High-Power Industrial Electric Drives with Active Front-End Rectifiers Connected to a 6–35 kV Power Grid: A Comprehensive Overview. *Energies* 2023, 16, 293. <https://doi.org/10.3390/en16010293>.
2. Afanasev M.Y., Denisevich A.C., Bulanov M.V., Tulupov P. G. The Experience of using Specialised Correction Filters to Improve Power Quality in Electrical Networks with Active Rectifiers. 2022 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon), Magnitogorsk, Russian Federation, 2022, pp. 386-391, doi: 10.1109/UralCon54942.2022.9906675.

*Под научным руководством зав. каф. АЭПиМ, канд. техн. наук, доцента Николаева А.А.*



**Николаев А.А.**, заведующий кафедрой АЭПиМ, канд. техн. наук, доцент,  
**Тулупов П.Г.**, канд. техн. наук,  
**Рыжевол С.С.**, аспирант,  
**Ефремов В.А.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Святкин П.И.**, аспирант,  
ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ УСТАНОВОК КОВШ-ПЕЧЬ ЭСПЦ И ККЦ ПАО «ММК»**

В рамках исследования разработаны усовершенствованные алгоритмы управления электрическими режимами установок ковш-печь (УКП) на базе ЭСПЦ и ККЦ ПАО «ММК». Данные алгоритмы позволяют производить динамическую адаптацию длин электрических дуг к изменяющимся режимам аргоновой продувки, а также шлаковым режимам с использованием информации о гармоническом составе токов дуг. В основе их функционирования лежит анализ показателя коэффициента шлака, который в свою очередь рассчитывается на основе суммарного коэффициента гармонических составляющих тока дуги [1] с учётом масштабного коэффициента.

Помимо этого, рассмотрены вопросы оптимизации несимметричных режимов горения дуг, обеспечивающих максимальное снижение излучений и повышение теплового КПД в фазах, расположенных рядом с зеркалом жидкого металла при донной продувке и работе аварийной фурмы. Необходимость этого связана с тем, что эффективность применения разработанных алгоритмов напрямую зависит от качества их параметризации с учётом особенностей каждого отдельно взятого производственного объекта.

Предложенные технические решения обеспечивают необходимые условия для улучшения энергетических, временных и технологических показателей работы УКП, поскольку от корректной адаптации электрического режима к изменяющимся условиям плавки напрямую зависит величина теплового КПД электрических дуг, а также КПД технологической установки в целом. Также следует отметить, что данные решения являются универсальными и могут применяться на аналогичных установках других металлургических предприятий.

### **Список литературы**

1. Экспериментальное исследование гармонического состава токов дуг для дуговых сталеплавильных печей различной мощности / А.А. Николаев, Ж.Ж. Руссо, В. Сцьмански, П.Г. Тулупов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2016. № 3. С. 106–120. DOI: 10.18503/1995-2732-2016-14-3-106-120

**Смирнов Е.С.**, аспирант,  
**Очиридняк В.**, аспирант,  
**Морозов С.А.**, уч. мастер,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ ОТКЛЮЧАЕМОГО ТОКА НА ВЕЛИЧИНУ КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ОТКЛЮЧЕНИИ НАГРУЖЕННОГО ПЕЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА УПК С ПОМОЩЬЮ ВАКУУМНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ**

В процессе эксплуатации дуговых сталеплавильных печей (ДСП) и установок ковш печь (УКП) периодически возникают аварийные ситуации выхода из строя элементов системы электроснабжения (кабельные линии, концевые муфты, проходные и опорные изоляторы шинопроводов). Одной из причин данных аварий являются коммутационные перенапряжения, возникающие при включении и отключении печных трансформаторов электросталеплавильных агрегатов. Как показывают исследования, наибольшую опасность представляют собой режимы отключения нагруженных печных трансформаторов, при которых могут возникнуть повторные пробои дуговых промежутков в вакуумных камерах выключателей, сопровождающиеся длительной эскалацией напряжения (до нескольких миллисекунд) с перенапряжениями большой амплитуды [1]. Опыт эксплуатации ДСП и УКП показывает, что вероятность возникновения данных перенапряжений является высокой, несмотря на наличие защитных RC-цепей и ОПН, установленных после вакуумного выключателя.

В работе приведены результаты экспериментальных исследований коммутационных перенапряжений, возникающих при отключении нагруженного печного трансформатора 45 МВА УПК2 КС СП ЧерМК ПАО «Северсталь». Показана зависимость вероятности возникновения повторных пробоев с эскалацией напряжения в функции амплитуды отключаемого тока. По результатам исследований сделан вывод, что наибольшую опасность представляют отключения печного трансформатора УПК с токами, превышающими 80% от номинальной величины. В данных случаях в 30% всех отключений сопровождалась опасными коммутационными перенапряжениями длительностью несколько миллисекунд. На основании выполненных исследований были разработаны рекомендации по изменению алгоритмов всех видов технологических защит УКП, вызывающих мгновенное отключение вакуумного выключения без поднятия электродов с обрывом электрических дуг в печи. После реализации рекомендаций количество аварийных ситуаций выхода из строя кабелей, кабельных муфт, изоляторов и т.д. в системе электроснабжения УКП2 КС СП ЧерМК ПАО «Северсталь» значительно снизилось.

### Список литературы

1. Nikolaev, A., Smirnov, E., Morozov, S. Experimental Time Difference Effect Studies of the Vacuum Circuit Breakers in Electric Arc Furnaces on Switching Overvoltages. In: Radionov, A.A., Gasiyarov, V.R. (eds) Advances in Automation IV. RusAutoCon 2022. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 986. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-22311-2\\_41](https://doi.org/10.1007/978-3-031-22311-2_41)

*Под научным руководством зав. каф. АЭПиМ, канд. техн. наук, доцента Николаева А.А.*

**Кладиев С.Н.**, канд. техн. наук, доцент  
**Ульянов Д.И.**, студент  
ФГАОУ ВО «Ни ТПУ», г.Томск, РФ

## **БЕСКОЛЛЕКТОРНЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ С ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ ФОРМОЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ**

Развитие полупроводниковой и микропроцессорной техники в современном мире повлекло за собой создание и массовое производство бесколлекторных электродвигателей с возбуждением от постоянных магнитов. Данный тип электродвигателей обладает массой преимуществ как перед асинхронными и синхронными электродвигателями с обмоткой на роторе, так и классическими двигателями постоянного тока.

Для снижения пульсаций тока и электромагнитного момента, а также пульсационных потерь при работе бесколлекторного электродвигателя в составе электропривода требуется, чтобы форма линейной или фазной ЭДС, индуцируемой в обмотке статора, была максимально приближена к форме питающего напряжения.

Если бесколлекторный электродвигатель работает в режиме двигателя постоянного тока, то форма оптимальной ЭДС будет трапецеидальной, а если же бесколлекторный электродвигатель работает в режиме синхронного двигателя, то наиболее благоприятной для управляющего им блока управления будет синусоидальная форма ЭДС [1].

На форму фазной и линейной ЭДС влияет несколько факторов: конструкция ротора, конструкция статора, схема намотки статора, а также величина воздушного зазора между ротором и статором.

В связи с этим в данной работе представлена конструкция бесколлекторного электродвигателя с трапецеидальной формой магнитного поля без пульсаций магнитной индукции в воздушном зазоре. С помощью различных вариаций намотки статора линейную и фазную ЭДС данного электродвигателя можно сделать как трапецеидальной, так и приближенной к синусоидальной, что даёт возможность эффективно использовать данный электродвигатель как в составе бесколлекторного электропривода постоянного тока, так и в составе синхронного электропривода с постоянными магнитами.

### Список литературы

1. Гаврилов Р.С., Мустафаев Ю.Н. Управление синхронными машинами с постоянными магнитами: учебное пособие / Балт. гос. техн. ун-т. СПб., 2019. 78 с.

Утямишев Д.М., студ.

ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск, РФ

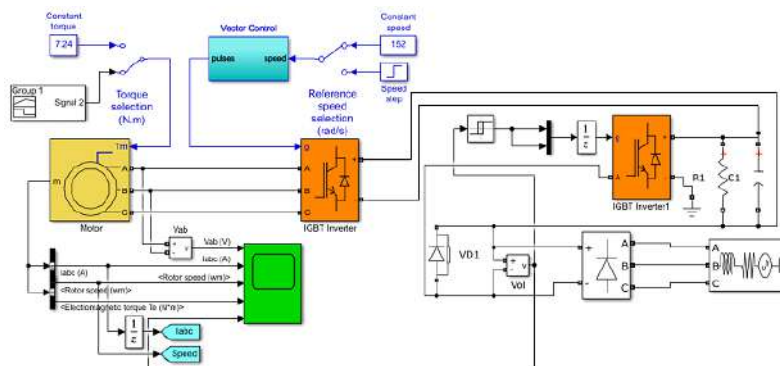
Лицин К.В., канд. техн. наук, доц.,

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк, РФ

## РАЗРАБОТКА ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОДАЧИ СМЕСИ

В ранее разработанном автором устройстве автоматической подачи шлакообразующей смеси в кристаллизатор машины непрерывного литья заготовок для правильной работы всей системы требуется точность и скорость регулирования процессом. Таким условиям может отвечать только векторное управление.

На рисунке представлена разработанная модель электропривода с векторным управлением в программе MATLAB Simulink.



Экспериментальная модель системы векторного управления

В ходе симуляции схемы векторного управления была получена высокая точность регулирования; плавное торможение и запуск; быстрая реакция на изменение нагрузки, что полностью удовлетворяет требованиям управления разработанной системы.

### Список литературы

1. Лицин К.В., Утямишев Д.М. Разработка автоматизированной системы управления устройством подачи шлакообразующей смеси в кристаллизатор МНЛЗ // Черная металлургия: ОАО «Черметинформация». 2021. Т.61. №10 С. 1046-1051.

2. Ряхов А.А. Разработка ресурсосберегающей шлакообразующей смеси для кристаллизаторов слябовых машин непрерывного литья заготовок: дис. ... канд. техн. наук: 05.16.02 / Ряхов Алексей Анатольевич. Магнитогорск, 2019. 143 с.

**Кладиев С.Н.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Языков Н.Е.**, студент  
ФГАОУ ВО НИ ТПУ, г. Томск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПУСКА ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА ДЛЯ СПОСОБА ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Циклическая эксплуатация скважин (ЦЭС) представляет собой способ механизированной добычи нефти с помощью УЭЦН с регулируемым приводом на основе преобразователя частоты (ПЧ), при котором циклическую откачку жидкости из скважины чередуют с накоплением жидкости в скважине. В малодобитные скважины спускается УЭЦН с мощностью и производительностью, много больше скважины. После периода откачки нефтяной смеси последует период накопления и так по кругу (для каждой скважины эти периоды высчитываются индивидуально) [1].

При пуске насоса после периода накопления, после открытия обратного клапана, нефтяной флюид, оставшийся в НКТ будет давить на насос сверху и тормозить его. Это увеличит момент нагрузки на двигателе, который необходимо компенсировать. Пуск происходит при использовании задатчика интенсивности(ЗИ). Исходя из этого, существует необходимость создания имитационной модели для симуляции нагрузки на двигатель в скважине для возможности настройки ЗИ при разных режимах пуска.

Математическая модель будет составлена в среде моделирования SimInTech. На основании проведенных исследований была разработана математическая модель УЭЦН с имитацией нагрузки которая показала, что при легких режимах пуска система выходит на номинальный режим работы, а при осложненных режимах двигатель не может выйти на стационарный режим работы и просто “заваливается”, что не позволяет нормального функционирования установки. Что говорит нам об адекватности созданной модели.

### Список литературы

1. Учет условий эксплуатации при проектировании периодических режимов работы скважин, оборудованных УЭЦН / Ивановский В.Н., Сабиров А.А., Якимов С.Б., Клусов А.А. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2013. № 6. С. 33 – 39.

## Секция «Электроника и микроэлектроника»

УДК 622:621.313-83

**Петушков М.Ю.**, д-р техн. наук, доц.

**Валяев А.В.**, аспирант,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### РАЗРАБОТКА АКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Метод акустической эмиссии (АЭ) стал одним из наиболее интересных методов в последние десятилетия и нашел широкое применение в различных областях. Выделение отклонений в объекте с точным определением времени является первым шагом и основой для обработки сигналов АЭ. Однако этот процесс остается сложной задачей для большинства приложений АЭ. Обычно этот процесс выполняется человеком-аналитиком. Однако ручная обработка отнимает много времени и носит субъективный характер. Эти проблемы продолжают служить стимулом для поиска новых и инновационных способов улучшения обработки сигналов в методе АЭ. Метод АЭ мониторинга имеет три уникальных преимущества перед другими методами мониторинга: возможность определения местоположения источника, возможность глобального мониторинга и возможность мониторинга в режиме реального времени [1].

Например, в условиях диагностики электрической части станков с числовым программным управлением успешное внедрение системы зависит от следующих факторов:

- планирование и оптимизация системы мониторинга;
- обработка данных/сигналов;
- определение местоположения события; и
- оценка решений по определению местоположения [2].

Реализация и достижение целей системы мониторинга АЭ требует разработки эффективной и надежной системы, способной выдерживать условия, в которых она работает. В данном исследовании предлагается высокоэффективный метод решения проблем фоновой шума и всплесков активности, характерных для данных АЭ, для повышения точности определения времени наступления дефекта. Метод представляет собой гибридную технику, включающую характеристическую функцию, статистику высокого порядка, стационарное дискретное вейвлет-преобразование (SDWT) и теорию ассоциации фаз. Эффективность алгоритма была оценена с помощью данных асинхронного двигателя станка и лабораторного эксперимента. Было установлено, что точность подбора сильно зависит от выбора вейвлет-функции, масштаба разложения и размера окна. Производительность алгоритма сравнивалась с производительностью человека-эксперта. Результаты показывают, что предложенный метод имеет более высокую точность (84% к 68% на основе экспериментальных данных). Введение теории фазовой ассоциации и метода SDWT в данном исследовании обеспечило новизну, которая не встречалась ни в одном из предыдущих алгоритмов.

#### Список литературы

1. Сарваров А.С., Петушков М.Ю., Валяев А.М. Пути снижения отказов асинхронных электродвигателей на производстве // Главный энергетик. 2013. № 9. С. 19-22.
2. Белоусов О.С., Петушков М.Ю., Щербина Д.В. Разработка методики диагностики электрической части станков с числовым программным управлением // Электротехнические системы и комплексы. 2017. № 3 (36). С. 55-58.

## ТЕХНОЛОГИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ УМНОГО ДОМА

В настоящее время появляется всё больше устройств, задача которых заключается в облегчении жизни человека. Объединение нескольких таких устройств для управления функциями помещения принято называть умным домом. Интересно, что такая задумка появилась не сейчас, в XXI веке, на волне популяризации разного рода бытовых устройств. Начало было положено ещё в 1901 году, когда был изобретён пылесос. Постепенно стали изобретать и другие приборы, которые упрощали быт. В 1950 году американский инженер Эмиля Матиас создала дом с кнопками, исходя из названия понятно, что по всему дому находились кнопки. Они были предназначены для автоматизации некоторых задач по дому. Позже, в 1966 году американский инженер Джеймс Сазерленд создал Echo IV, компьютер, который, как кнопки в доме Матиас, выполнял некоторые задачи, помогая этим упростить быт. Дальнейшее развитие идея умного дома получила в 1978 году. Методами, которые мы применяем для изучения данной темы, являются анализ и сравнение. **Умный дом или умное здание — это дом, оснащенный взаимосвязанными устройствами, которые обеспечивают автоматизацию и управление домом.** «Умное» здание является «умным» благодаря бесшовной интеграции его компонентов так, что оно может выполнять большинство своих функций за счет использования обмена данными, машинного обучения и автоматизации.

При описании умного дома необходимо рассматривать следующие компоненты:

- 1) Дом
- 2) Компоненты дома (например, двери, системы водоснабжения и окна)
- 3) Умные устройства в доме
- 4) Интеграция центральной системы управления с компонентами дома
- 5) Интеграция центральной системы управления с интеллектуальными устройствами
- 6) Интеграция смарт-устройств друг с другом
- 7) Интеграция умных устройств с компонентами дома
- 8) Беспроводная сеть, которая позволяет этим компонентам (устройствам, центральной системе управления и зданию) беспрепятственно подключаться друг к другу.

### Список литературы

1. Усатый Д.Ю., Шленкин С.А. Устройства и объекты умного дома // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы 80-й международной научно-технической конференции. 2022. С. 156.
  2. Решетникова Е.С., Усатая Т.В., Курзаева Л.В. Разработка метода визуализации производственных объектов с применением технологий дополненной реальности // Программные системы и вычислительные методы. 2021. № 1. С. 10-21.
- Под научным руководством канд. техн. наук, доцента Усатого Д.Ю.*

**Пермяков Я.И.**, ст. гр. АН6-21-2  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ИОТ-ТЕРМОМЕТРА НА БАЗЕ ESP8266

Wi-Fi термометр создан на базе платы Wi-Fi ESP8266, принцип работы у него следующий: чип получает показание температуры с датчика и передаёт их на сервер благодаря протоколу MQTT.

Для успешной передачи данных следует зарегистрировать брокера, который в свою очередь будет принимать данные о температуре, с этой задачей отлично справляется сервис ThingSpeak. Данный сервис представляет из себя облачную платформу Интернета вещей (IoT), с его помощью можно собирать, отображать и анализировать потоковые данные.

После запуска плата начнёт получать данные с температурного датчика. Эти данные сразу будут направлены в созданный нами канал, где в дальнейшем по полученным данным построится график.

Для работы алгоритма отправки данных о температуре необходима библиотека MicroPython umqttsimple.

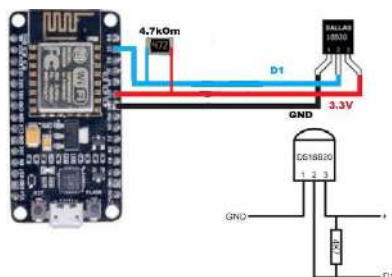


Схема соединения ESP8266 с датчиком температуры DS18B20

### Список литературы

1. Устройство и программирование микроконтроллеров [Электронный ресурс]// diy.obl.ru, 2023. 6 февраля. URL: [microcontroller.ru](http://microcontroller.ru)
2. Решетникова Е.С., Усатая Т.В., Курзаева Л.В. Разработка метода визуализации производственных объектов с применением технологий дополненной реальности // Программные системы и вычислительные методы. 2021. № 1. С. 10-21.

*Под научным руководством канд. техн. наук, доцента Усатого Д.Ю.*

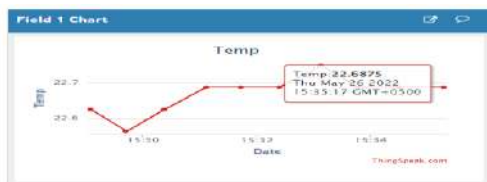


Семенова О. А., ст. гр. АН6-21-2

Усатый Д.Ю., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой ЭИМЭ  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## РАЗРАБОТКА IoT-ТЕРМОМЕТРА НА БАЗЕ МИКРОСХЕМЫ ESP8266

Данный проект представляет из себя Wi-Fi термометр, созданный на базе платы Wi-Fi ESP8266 и температурного датчика DS18B20. Принцип работы термометра следующий: температурный датчик производит измерение температуры посредством полупроводникового сенсора расположенного на кристалле и передаёт их на сервер посредством протокола MQTT. Для осуществления передачи необходимо зарегистрировать брокера, принимающего данные о температуре. Сделать это можно с помощью сервиса ThingSpeak (IoT Analytics - ThingSpeak Internet of Things), который представляет из себя облачную платформу Интернета вещей (IoT), позволяющую собирать, отображать и анализировать потоковые данные. Для начала создадим канал, в который будут загружаться данные о температуре, затем создадим брокера, в котором укажем наш канал. После создания брокера и настройки канала передачи данных, интеллектуальный датчик сможет передавать температуру с объекта. Как только плата начнёт получать данные с температурного датчика, она сразу же будет отправлять их в созданный нами канал, где по полученным данным будет построен график.



Пример отображения температурного графика в сервисе ThingSpeak

Для работы алгоритма отправки данных о температуре необходима библиотека MicroPython umqttsimple. Далее подключаются библиотеки, необходимые для работы всех элементов. Затем плате необходимо подключиться к точке доступа с Интернет соединением. Также в нашем проекте предлагаем часть кода с данными канала и брокера. Заключительная часть представляет собой отправку показаний с температурного датчика в канал.

### Список литературы

1. Устройство и программирование микроконтроллеров [Электронный ресурс]// diy.obi.ru, 2023. 6 февраля. URL: [microkontroller.ru](http://microkontroller.ru)
2. Решетникова Е.С., Усатая Т.В., Курзаева Л.В. Разработка метода визуализации производственных объектов с применением технологий дополненной реальности // Программные системы и вычислительные методы. 2021. № 1. С. 10-21.

Сутина А.Д., ст. гр. АН6-21-2

Усатый Д.Ю., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой ЭИМЭ  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ IoT-ТЕРМОМЕТРА НА БАЗЕ ESP8266

Данный проект представляет из себя сборку и применение Wi-Fi термометра, созданного на базе платы Wi-Fi ESP8266 и температурного датчика DS18B20. Работа термометра состоит из измерения температуры при помощи специального полупроводникового сенсора расположенного на кристалле и передаёт их на сервер посредством протокола MQTT. Для передачи данных о температуре необходимо зарегистрировать брокера при помощи облачной платформы ThingSpeak. ThingSpeak – это платформа для проектов, построенных на концепции интернета вещей (IoT). В этом проекте она используется для удобства обработки и отображения данных с датчика температуры. Для начала необходимо зарегистрировать новый ThingSpeak аккаунт и создать в нем свой канал, затем создаем брокера, в котором укажем канал. Каждый канал имеет свои идентификаторы, такие как API-ключи, ID-код, логин и пароль. Именно с помощью этих идентификаторов можно подключить плату к платформе.



Алгоритм действия программы

Для работы алгоритма необходимо подключить нужные библиотеки для работы с датчиком температуры, интерфейсом 1-wire и MQTT-протоколом. Плату необходимо подключить к точке доступа с Интернет соединением. Также в нашем проекте прилагается полное объяснение кода с данными канала и брокера. Итогом работы алгоритма является получение данных с датчика и отправка их в канал, где будет строится график температуры.

### Список литературы

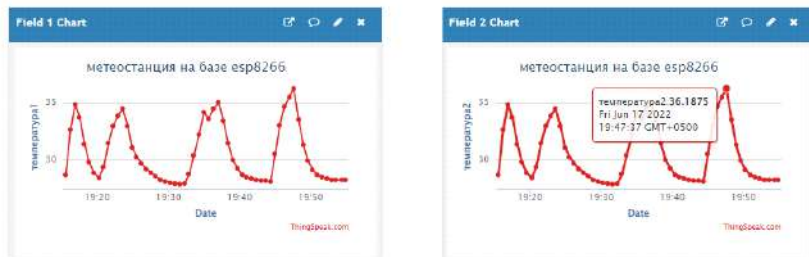
1. Устройство и программирование микроконтроллеров [Электронный ресурс]// diy.obl.ru, 2023. 6 февраля. URL: mikrokontroller.ru
2. Решетникова Е.С., Усатая Т.В., Курзаева Л.В. Разработка метода визуализации производственных объектов с применением технологий дополненной реальности // Программные системы и вычислительные методы. 2021. № 1. С. 10-21.

**Шадрин М.М.**, ст. гр. АНБ-21-2

**Усатый Д.Ю.**, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой ЭИМЭ  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## РАЗРАБОТКА IoT-ТЕРМОМЕТРА НА БАЗЕ ESP8266

Данный проект представляет из себя Wi-Fi термометр, созданный на базе платы Wi-Fi ESP8266 и температурного датчика DS18B20. Осуществляется работа термометра следующим образом: датчик производит измерение температуры с помощью полупроводникового сенсора расположенного на кристалле и передаёт их на сервер посредством протокола MQTT [1]. Чтобы данные с датчика отразились, нужно подключить плату к облачной платформе интернета вещей (IoT) ThingSpeak [2]. Эта платформа позволяет собирать и отображать потоковые данные. Для доступа к платформе нужно создать свой канал, а затем создать брокера (это основной узел MQTT), который будет принимать информацию с датчика температуры. MicroPython umqttsimple - библиотека, которая нужна для выполнения алгоритма передачи данных и температуры. С помощью нее нужно подключить все нужные библиотеки. После этих действий датчик температуры сможет передать данные в созданный нами брокер, а плата, которую необходимо подключить к точке доступа с Интернет соединением, начнет передавать информацию в созданный нами канал. В результате по данным, которые передал датчик, построится график.



Пример температурного графика в сервисе ThingSpeak

### Список литературы

1. MQTT: протокол передачи данных в интернете вещей [Электронный ресурс] // xelent.ru URL: <https://www.xelent.ru/blog/mqtt-protokol-peredachi-dannykh-v-internete-veshchey/>
2. ThingSpeak [Электронный ресурс] // exponenta.ru URL: <https://exponenta.ru/thingspeak>, <https://thingspeak.com/>

**Бодров Е.Э.**, доцент кафедры ЭиМЭ,  
**Хасанова А.Ш.**, студент кафедры ЭиМЭ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОПУСКА ЧЕРЕЗ КПП С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ «МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ»**

В работе была разработана система пропуска транспорта через КПП с использованием технологии «машинное зрение». В систему входят цифровая видеокамера, микропроцессор, каналы связи для передачи информации в цифровом виде, оптический датчик, процессор с ПО для обработки полученных изображений, специализированные источники света. Главная задача системы – отслеживание и распознавание объекта, а также быстрая передача данных в главный центр при приемлемом уровне помех.

Данный проект был разработан для улучшения охранной системы на крупных предприятиях. Цель разработки системы является замена охранника, который, при введении системы может потребоваться только в крайних случаях, например, если транспортное средство будет не распознано системой. Также, система способна обеспечить защиту от проникновения злоумышленников – в этом случае сигнал тревоги будет поступать в охранное предприятие, сообщаящее, что необходимо проверить автомобиль.

В проекте был совершён обзор построения архитектуры подобных систем, и предложена структурная схема комплекса технических средств, показывающая процесс передачи данных в системе. Также приведены характеристики разрабатываемой системы и требования к алгоритмам для устранения возможных ошибок при работе системы.

Такая система будет актуальна на крупных предприятиях, а также на контрольно-пропускных пунктах, где проезжает более сотни транспортных средств в день, включая автомобили сотрудников, грузовой и строительный транспорт.

### Список литературы

1. [link.springer.com: Guest Editorial: Machine Vision Applications UWB](https://link.springer.com/article/10.1007/s11263-017-0990-1) [сайт]. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11263-017-0990-1>, (дата обращения: 10.02.2023). – Текст: электронный.
2. [link.springer.com: Special issue on Advanced Machine Vision](https://link.springer.com/article/10.1007/s00138-020-01061-w) [сайт]. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00138-020-01061-w>, (дата обращения: 10.02.2023). – Текст: электронный.
3. [cameraiq.ru: Машинное зрение и научная визуализация](https://www.cameraiq.ru/faq/mashinnoe-zrenie-cto-eto-i-gde-primeniaetsia/) [сайт]. – URL: <https://www.cameraiq.ru/faq/mashinnoe-zrenie-cto-eto-i-gde-primeniaetsia/>, (дата обращения: 10.02.2023). – Текст: электронный
4. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision / Визильтер Ю. В., Желтов С. Ю., Князь В. А., Ходарев А. Н., Моржин А. В. М.: ДМК Пресс, 2010. Текст: непосредственный.

**Анкудинов Н.К.**, менеджер  
ООО «МиниМАКС», г. Челябинск, РФ

## **ВЕКТОРНАЯ ШИМ ДЛЯ ДВУХСЕКЦИОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ**

В современной полупроводниковой преобразовательной технике для регулируемого электропривода переменного тока получили применение многоуровневые и, в частности, трехуровневые автономные инверторы, позволяющие увеличить число уровней выходного напряжения и улучшить гармонический состав переменного тока, питающего двигатель. В работе рассматриваются режимы работы двухсекционного преобразователя частоты (ДСПЧ) на основе двух последовательно включенных инверторов напряжения. Рассматривается вопрос реализации векторной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) для исследуемого преобразователя. К недостаткам силовых схем с трехуровневыми автономными инверторами относятся наличие дополнительных фиксирующих диодов и проблема поддержания заданного значения нулевого уровня напряжения питания. Широтно-импульсная модуляция описана также достаточно кратко на примере наиболее часто используемого алгоритма. В действительности же существуют разные алгоритмы ШИМ, в том числе и более интересные, чем описанный. И вообще, широтно-импульсная модуляция не есть единственно возможный способ реализации вектора напряжения. Отдельный и очень важный вопрос – схемотехническая и программная реализация системы регулирования.

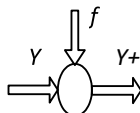
### Список литературы

1. Пронин М.В., Воронцов А.Г. Силовые полностью управляемые полупроводниковые преобразователи (моделирование и расчет) / под ред. Е.А. Крутякова. СПб.: Электросила, 2003. 172 с
2. Шрейнер Р.Т., Костылев А.В., Шилин С.И. Электропривод переменного тока с двухсекционным инвертором напряжения // Труды VII Международной (XVIII Всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2012. Иваново: ИЭГУ, 2012. С. 345–350.
3. Петушков, М.Ю. Автономные инверторы. учебное пособие для вузов. 2-е изд., доп. Москва : Издательство Юрайт, 2023. 125 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-534-14981-4.

**Петушков М.Ю.**, д-р техн. наук, доц.  
**Холодилов С.С.**, аспирант,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## МЕТОДИКА ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Исходя из влияния неисправности на модели системы, их можно разделить на два типа: аддитивные и мультипликативные. Согласно рисунку, аддитивный дефект влияет на переменную  $Y$  простым добавлением дефекта  $f$ . Мультипликативный дефект оказывает более сложное воздействие на систему произведением переменной  $U$  на  $f$ . Наиболее типичными аддитивными дефектами являются смещения датчиков, тогда как мультипликативные дефекты - это изменения параметров в системе.



Аддитивный дефект

В медицине симптом означает признак или указание на расстройство или болезнь. Это же слово используется в технической диагностике для обозначения характеристик, возникающих в результате неисправности в системе. Симптомы неисправности обычно отражаются в виде отклонения сигнала от его нормального значения. В технической диагностике симптомы неисправности обычно оцениваются по остаткам или отклонениям. По определению, остатки - это индикатор неисправности, построенный на основе отклонения между фактическим и нормальным поведением системы. Остатки, вызванные различными неисправностями, должны быть различимы друг от друга. Помимо неисправностей, на остатки могут влиять и многие другие факторы, такие как изменения в работе системы, возмущения, шумы датчиков и т.д. Эти влияния нежелательны, поскольку они могут привести к ложным срабатываниям. Ложных тревог можно избежать с помощью надежной конструкции системы технической диагностики.

### Список литературы

1. Сарваров А.С., Петушков М.Ю., Купцов В.В. Токовая диагностика как метод контроля технического состояния асинхронных двигателей // Реконструкция промышленных предприятий - прорывные технологии в металлургии и машиностроении: материалы конференции, состоявшейся в рамках III Международного промышленного форума. М-во промышленности и природных ресурсов Челябинской области. 2010. С. 82-86.
2. Petushkov M.Yu., Shcherbina D.V., Belousov O.S. Development of methods for improving energy and resource efficiency of electrical equipment when applying the concept of proactive diagnosis // Proceedings - 2018 17th International Ural Conference on AC Electric Drives, ACED 2018. 17. 2018. С. 1-5.

**Петушков М.Ю.**, д-р техн. наук, доц.

**Эпов Д.А.**, аспирант,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОСВЕННЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ НАГРУЗКИ В РЕГИСТРАТОРАХ ПАРАМЕТРОВ, УСТАНОВЛЕННЫХ НА ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМАХ**

Ограничители грузоподъемности подъемных сооружений, являются одним из средств для обеспечения безопасности выполнения работ. Они служат для предотвращения от перегрузок и перекосов работы на грузоподъемном механизме.

Основной способ измерения массы груза, на данный момент является использование тензодатчиков. Такой метод измерения веса является одной из причин выхода из строя ограничителя грузоподъемности. Связано это с наличием динамических и статических ударных воздействий при эксплуатации крана. Увеличение срока службы и надежности работы ограничителя грузоподъемности возможно добиться путем применения не подверженных динамическим воздействиям датчиков, характеризующих нагрузку.

Принцип измерения веса груза основан в определении его по заранее снятой зависимости одного или нескольких информационных параметров от веса поднимаемого груза. Наиболее информативными параметрами асинхронного двигателя (АД) для измерения веса груза на крюке являются частота вращения вала АД, ток статора и потребляемая мощность.

Использовать частоту вращения вала, как основной параметр для измерения веса - усложняется установкой датчика частоты вращения, который необходимо разместить на вал двигателя. Это экономически не выгодно и не всегда возможно. Использование метода измерения массы груза по току статора и потребляемой мощности двигателя не требует дополнительных затрат.

Эта зависимость позволяет применить изменения параметров асинхронного двигателя к массе поднимаемого груза и вводить такие зависимости в память МК ограничителя грузоподъемности. Возможность реализации ограничителя грузоподъемности для кранов мостового типа с использованием косвенного метода измерения массы груза значительно улучшит качество измерения поднимаемого груза, и устранит поломки ограничителя, связанные с разрушением силоизмерительных датчиков при динамических и статических нагрузках.

### Список литературы

1. Электропривод машины центробежного литья валков по системе ТПН-АД / Петушков М.Ю., Стригов А.Д., Сарваров И.А., Валяева А.М. Магнитогорск, 2010.

2. Устройство для регулирования натяжения при намотке длинномерного материала / Кирпичников Ю.А., Селиванов И.А., Барсуков В.Ф., Мугалимов Р.Г., Петушков М.Ю. Авторское свидетельство SU 1299930 А1, 30.03.1987. Заявка № 3935996 от 22.07.1985.

## Секция «Электроэнергетика. Электроснабжение и электротехнические комплексы»

УДК 658.5

**Шеметов А.Н.**, канд. техн. наук, доц. каф. ЭПП

**Шигапова С.Н.**, маг.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ CRM-СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Актуальной и важной проблемой любого предприятия является повышение продуктивности производства, оперативное реагирование на изменения, и улучшение качества выполняемых работ. Особенно важно это для электроэнергетики, где процессы производства, передачи, распределения и потребления энергии происходят в реальном времени, практически безинерционно. Экономическую эффективность можно существенно повысить за счет автоматизации процессов прогнозирования, планирования затрат, проектирования и закупки оборудования, а также непрерывного контроля этих сфер деятельности. Одним из наиболее эффективных инструментов для этого является система управления взаимодействием с клиентами — *Customer Relationship Management (CRM)*. Такие системы предназначены для совершенствования стратегий взаимодействия с внешними партнерами и внутри организационной структуры компании, включая формирование портфеля заказов, электронный документооборот и отслеживание качества продукции [1].

На сегодняшний день CRM-системы очень востребованы среди большого и малого бизнеса. Существуют позитивные примеры их использования и в энергетической отрасли: ПАО «Россети – Московский регион» и ООО «Энергия Юга» [2-3]. Они помогают упростить работу компаний при большом обороте ресурсов, обширной клиентской базе, множестве различных процессов и услуг.

Целью настоящей работы является повышение эффективности отдела энергетического предприятия с помощью разработки модели CRM-системы с формированием схем передачи данных, администрированием доступа и ответственности различных служб и специалистов, а также выбор оптимального варианта программного обеспечения из представленных на рынке.

На первом этапе, проанализировав функционал каждого сотрудника отдела капитального строительства ПО «Магнитогорские электрические сети» можно сказать, что программа поможет эффективно выполнять поставленные задачи по выполнению инвестиционной программы, быстро оформлять первичную документацию и контролировать прохождение каждого проекта.

#### Список литературы

1. Зиновкина А.В., Филимонова Е.А. Внедрение CRM-программ в систему развития компаний // Материалы Региональной научно-практической конференции "Вопросы экономики и финансов: современное состояние актуальных проблем". 2020. С. 62-68.
2. Развитие CRM-системы в «Россети Московский регион» [Эл. ресурс]. - URL: <https://sigma-it.ru/about/news/2021-year/razvitie-crm-sistemy-na-baze-1s-v-rosseti-moskovskiy-region/> (Дата обращения 22.01.2023)
3. Примеры внедрения CRM Мегэплан [Эл. ресурс]. - URL: <https://megaplan.ru/blog/crm/examples-crm-systems/> (Дата обращения 22.01.2023)



**Корнилов Г.П.**, д-р техн. наук, проф. каф. ЭПП,  
**Шеметов А. Н.**, канд. техн. наук, доц. каф. ЭПП,  
**Кожевников И.О.**, асп.,  
**Калинин В. В.**, маг.  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ МОЩНЫХ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРОКАТНОГО СТАНА**

На сегодняшний день на фоне международных экономических санкций, как никогда актуальны идеи по поддержанию работоспособности и улучшению действующего оборудования отечественного производства. Характерным примером является четырехклетевый стан 2500 холодной прокатки, построенный ещё в 1969 году и работающий с проектной нагрузкой по настоящее время. Поскольку элементная база электропривода давно устарела и не удовлетворяет современным требованиям, целесообразным решением является проведение модернизации уже существующего оборудования, в том числе - системы автоматического регулирования возбуждения (АРВ) мощного синхронного двигателя (СД) данного агрегата.

При этом можно улучшить экономические показатели агрегата за счет сокращения потерь электрической энергии в тяжелых нагрузочных режимах СД вследствие снижения токов возбуждения и токов статора с учетом сохранения устойчивости двигателя.

На основе полученных экспериментальных данных проведен анализ силовых параметров двигателя - токов статора и возбуждения для различных сортментов прокатки. По результатам обзора научно-технической литературы и патентного поиска разработана математическая модель системы АРВ СД с улучшенными энергетическими показателями и проведён ряд расчетов на этой модели. В будущем намечено выполнить осциллографирование и проверку нагрузочной способности возбудителя синхронного двигателя с усовершенствованной системой автоматического регулирования возбуждения СД в реальных условиях на промышленном объекте.

Итогом работы является внедрение полученных результатов в технологию ЛПЦ-5 с предоставлением анализа измененных показателей для расчета фактического технико-экономического эффекта.

### **Список литературы**

1. Резервы энергосбережения мощных синхронных двигателей металлургических приводов / Корнилов Г.П., Кожевников И.О., Косматов В.И., и др. // Электротехнические системы и комплексы. 2020. № 1 (46). С. 41-45.
2. Ограничение провалов напряжения в системах электроснабжения промышленных предприятий / Корнилов Г.П., Коваленко А.Ю., Николаев А.Аи др. // Электротехнические системы и комплексы. 2014. № 2 (23). С. 44-48.

**Абдулвелеев И.Р.**, канд. техн. наук, доцент кафедры ЭПП,  
**Бочкарев А.А.**, студент кафедры АЭПиМ,  
**Шарафутдинов Д.М.**, студент кафедры АЭПиМ,  
**Сонник И.А.**, магистрант кафедры ЭПП,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА ВОЗБУЖДЕНИЯ АВТОНОМНОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА**

В настоящее время практически треть российской территории не имеет централизованного электроснабжения. В этих условиях вопросы, касающиеся разработки автономного электроснабжения, становятся всё более актуальными и практически значимыми.

Теоретически автономное электроснабжение может быть выполнено с помощью возобновляемых источников электроэнергии (ВИЭ), а также генераторных установок с дизельными (ДГУ) и бензиновыми (БГУ) двигателями. Использование ВИЭ существенно ограничено климатическими условиями и недостатком опыта их разработки и эксплуатации. ДГУ и БГУ получили наибольшее распространение в качестве генерирующих источников 5-1000 кВт; они применяются для электроснабжения удалённых от энергосистемы объектов, а также в качестве источников бесперебойного питания.

Наиболее ответственным и сложным узлом в этих установках является автоматический регулятор возбуждения (АРВ) [1-3]. Основные требования, предъявляемые к регулятору, могут быть сформулированы следующим образом:

1. Обеспечить быстрое самовозбуждение генератора, используя его остаточное напряжение.

2. Поддерживать напряжение на заданном уровне с точностью  $\pm 5\%$  при изменении нагрузки от нуля до номинального значения.

В разработанной схеме АРВ использован диодный выпрямитель с транзисторным регулятором напряжения на MOSFET-транзисторе с ШИМ-управлением. В результате система управления обладает достаточным быстродействием и высокой точностью регулирования, а стоимость устройства оказывается значительно ниже, чем тиристорного возбудителя аналогичной мощности.

### Список литературы

1. Электрическая часть станций и подстанций / Васильев А.А., Крючков И.П., Наяшкова Е.Ф., Околович М.Н. М.: Энергоатомиздат, 1990. 551 с.

2. Степанов В.М., Карпунин Д.А. Анализ конструктивных схем и работоспособности систем возбуждения синхронных генераторов // Известия ТулГУ. Технические науки. 2015. №10. С. 208-213.

3. Степанов В.М., Карпунин Д.А. Анализ конструктивных схем систем возбуждения синхронных генераторов, работающих в составе единой энергосистемы // Известия ТулГУ. Технические науки. 2019. №11. С. 27-32.

**Абдулвелеев И.Р.**, канд. техн. наук, доцент кафедры ЭПП,  
**Бочкарев А.А.**, студент кафедры АЭПиМ,  
**Шарафутдинов Д.М.**, студент кафедры АЭПиМ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ**

Для исследования динамических показателей синхронных генераторов (СГ) в различных режимах наибольшее распространение получили математические и физические модели. В первом случае чаще всего используется математический пакет MATLABSimulink[1], а во втором – экспериментальные установки малой мощности, сохраняющие физические подобие с оригиналом.

Так, для исследования устойчивости СГ заводских электростанций при совместной и раздельной работе изготовлена установка, основным агрегатом которой является СГ типа ГАБ-М2 мощностью 4 кВт, приводимый во вращение асинхронным двигателем с частотным управлением. Стенд оснащён всем необходимым измерительным и регистрирующим оборудованием, позволяющим проводить детальные исследования статических и динамических режимов работы СГ. Для измерения токов, напряжений и мощности (активной и реактивной), а также для создания обратных связей использованы аналоговые измерительные преобразователи известной конструкции. Регистрация сигналов с датчиков на ЭВМ (до 16 каналов) осуществляется при помощи аналого-цифрового преобразователя.

Для питания обмотки возбуждения СГ служит тиристорный преобразователь постоянного тока SIEMENS SimoregDCMaster с микропроцессорным управлением [2]. Система управления этого преобразователя позволяет программно реализовать необходимые регуляторы требуемой структуры и выполнить их точную настройку в соответствии с параметрами объекта регулирования. Связь преобразователя с внешними устройствами возможна с помощью стандартных в промышленной электронике аналоговых и цифровых интерфейсов.

При автономной работе СГ подключён к активно-индуктивной нагрузке, а при совместной работе выполняется ручная синхронизация и включение в сеть. Необходимый уровень устойчивости СГ при этом достигается за счёт настройки преобразователя частоты с векторным управлением.

### Список литературы

1. Моделирование электротехнических комплексов металлургических предприятий: учебное пособие / Корнилов Г.П., Николаев А.А., Храшкин Т.Р., Мурзинов А.А. Магнитогорск: Изд-во МГТУ им. Г.И. Носова, 2012. 235 с.
2. Официальный сайт компании SIEMENS. URL:<https://www.siemens.com/global/en.html> (дата обращения: 08.02.2023).

*Под научным руководством канд. техн. наук, доцента Газизовой О.В.*

**Корнилов Г.П.**, д-р техн. наук, профессор каф. ЭПП,  
**Храмшин Р.Р.**, канд. техн. наук, доцент кафедры ЭПП,  
**Кожевников И.О.**, аспирант кафедры ЭПП,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВОЗМОЖНОСТИ И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК МОЩНЫХ ЭЛЕКТРОПРИЁМНИКОВ НА СУТКИ ВПЕРЁД**

Эффективное управление энергосбережением крупного предприятия предполагает использование математического аппарата и методов машинного обучения. Современный уровень развития вычислительной техники и автоматизации позволяет консолидировать в общей базе оперативные данные по электропотреблению и производительности всех мощных электроприёмников, для эффективного использования при прогнозировании энергозатрат.

Потенциал снижения удельного энергопотребления на единицу выпускаемой продукции изучался на протяжении нескольких прошлых десятилетий [1]. Широко известны методы построения регрессионных моделей с включением множества возможных технологических факторов. Такие модели по сей день используются на металлургических предприятиях, где интерпретацией данных занимаются специальные службы, составляющие план на сутки вперед в полуавтоматическом режиме, и в большинстве своем полученные данные корректируются человеком. Однако динамически меняющиеся условия производства при воздействии противоречивых экономических факторов не позволяют проводить промышленную эксплуатацию таких моделей в долгосрочной перспективе. Иногда ошибка прогноза может исчисляться десятками процентов.

Современный уровень вычислительной техники позволяет использовать новые методы машинного обучения для прогнозирования потребления энергоресурсов на основе загружаемого плана производства на сутки вперед [2]. Такие модели могут учитывать скрытые зависимости, трудно интерпретируемые человеком, но оказывающее существенное влияние на точность прогноза. Поэтому для прогнозирования временных рядов энергопотребления предлагается использовать сверхточные и рекуррентные нейронные сети, в частности сети с долгой краткосрочной памятью. Такие модели обладают возможностью объединения и использования выходных данных одной модели для входа другой, что увеличивает точность прогноза в случае комплексного прогнозирования по группам технологических объектов.

### Список литературы

1. Управление энергопотреблением и энергосбережение. Теория и практика / Г.В. Никифоров, В.К. Олейников, Б.И. Заславец, А.Н. Шеметов. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 422 с.
2. Федорова, С.В. Развитие диспетчеризации электрохозяйства промышленного предприятия как шаг к его цифровой трансформации // Электротехнические системы и комплексы. 2019. № 3 (44). С. 27-33.

**Абдулвелеев И.Р.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Иванов Е.Ф.**, асп.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», Г. Магнитогорск, РФ

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ СРЕДСТВАМИ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО ВВОДА РЕЗЕРВА**

В последние годы в системах электроснабжения металлургических предприятий участились случаи возникновения тяжелых аварий, связанных с возникновением провалов напряжения или потерей питания на шинах с двигательной нагрузкой [1]. Наиболее эффективным средством повышения надежности в таких случаях является использование современной релейной защиты и автоматики, реализованной на базе микропроцессорных пусковых устройств [2]. В нашей стране в заводских сетях промышленных предприятий широкое распространение получили устройства быстрогодействующего автоматического ввода резерва (БАВР).

Возникновение коротких замыканий в питающих сетях ПАО «ММК» приводит к появлению провалов напряжения на шинах 6 кВ, что нарушает непрерывный режим работы насосных станций агломерационной фабрики. В целях повышения надежности приводов аглофабрики на ПС68 предприятия были установлены устройства БАВР. Основной задачей БАВР является обеспечение непрерывного электроснабжения и отключение подпитки места КЗ от резервного источника питания со стороны потребителей 6 кВ.

Применение БАВР позволяет переключиться на резервный источник питания за минимально возможное время и без возникновения сверхтоков. Это обеспечивается за счет оптимизации переходных процессов - момент включения вакуумного выключателя синхронизируется с углом между напряжением на шинах с двигателями и резервным источником (допустимый угол находится в диапазоне от 0 до 30 эл. град.). Прогнозирование угла между напряжениями осуществляется с учетом скорости изменения напряжений прямой последовательности, времени срабатывания пускового устройства вакуумных выключателей и собственного времени включения БАВР.

В ходе экспериментальных исследований на аглофабрике предприятия определено, что использование БАВР повысило надежность схемы с комплексной электродвигательной нагрузкой и обеспечило непрерывность технологического процесса при кратковременных нарушениях электроснабжения.

### Список литературы

1. Особенности электроснабжения металлургического комбината и возможные перспективы его развития / Корнилов Г.П., Абдулвелеев И.Р., Газизова О.В., Кошцев Л.А. // Металлург. 2021. № 7. С. 81-89.
2. Абдулвелеев И.Р., Корнилов Г.П. Электромагнитная совместимость электротехнических систем: учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2021. 77 с.

*Под научным руководством д-ра техн. наук, профессора Корнилова Г.П.*

**Абдулвелеев И.Р.**, канд. техн. наук, доц.,

**Шеметов А.Н.**, канд. техн. наук, доц.,

**Шемяков А.С.**, маг.,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», Г. Магнитогорск, РФ

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ**

На сегодняшний день электрификация является одним из наиболее перспективных векторов развития мирового и отечественного авиастроения. Разработкой гибридных и полностью электрических силовых установок занимаются крупнейшие авиационные производители и научные центры. Технологии создания гибридных (ГСУ) и электрических (ЭСУ) силовых установок для современных летательных аппаратов становятся важным фактором в конкурентной борьбе авиастроителей в свете ужесточения экологических требований в гражданской авиации. Все больше исследователей сходятся во мнении, что будущее транспортные средств неуглеводородным топливом.

В настоящее время повышение топливной эффективности традиционных газотурбинных двигателей летательных аппаратов дается значительно труднее. В таком случае перспективным направлением является создание различных гибридных схем. Традиционные газотурбинные двигатели должны работать во всех режимах и в первую очередь обеспечивать взлет и набор высоты, но для крейсерского режима мощность такого двигателя является избыточной. Следовательно, для снижения мощности необходимо уменьшать расход подаваемого в камеру сгорания топлива, что приводит к повышению удельного расхода двигателя.

Гибридная силовая установка позволяет решить эту проблему путем комбинирования различных типов источников энергии, оптимизированных под каждый режим полета. В такой схеме маршевый турбовинтовой двигатель заменен на аксиальный бесколлекторный двигатель, который получает питание от тягового генератора и аккумуляторов. Конструктивные преимущества применения ГСУ позволяют обеспечить экономический эффект в виде снижения стоимости конечного изделия, так как удельные характеристики электродвигателей практически не зависят от их мощности.

По отношению к аппаратам с классической схемой можно выделить следующие ключевые преимущества ГСУ: взлет и посадка на малых площадках, а также в труднодоступных местах; высокая дальность полета (до 1000 км); высокая грузоподъемность (до 1000 кг) при малых габаритах; устойчивость к нарушениям и отказам в топливной системе; уменьшение вредных выбросов и шума.

### **Список литературы**

1. Николаев А.А., Абдулвелеев И.Р., Анохин В.В. Математическое моделирование в электроэнергетических системах. Магнитогорск : Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 96 с. ISBN 978-5-9967-0870-3.

**Мугалимова А.Р.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Мугалимов Р.Г.**, д-р техн. наук, проф., доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

Известные методики моделирования режимов работы и оценки энергоэффективности асинхронного электропривода на этапах проектирования и эксплуатации базируются на использовании Т или Г-образной электрической схемы замещения (ЭСЗ) асинхронного двигателя (АД). Расчетные рабочие, механические и энергетические характеристики электропривода получаются адекватными реальным характеристикам, если величины параметров ЭСЗ максимально близки величинам реального АД. Известные методики определения этих величин основаны на использовании каталожных данных АД или использовании их в комбинациях, или с инструментальным исследованием АД, или моделированием в пакете Matlab Simulink. Эти методики не учитывают изменение реактивных сопротивлений АД от насыщения отдельных участков магнитной системы и скольжения, предусматривают волевое использование различных постоянных коэффициентов, которые в реальном двигателе изменяются. Поэтому величины параметров ЭСЗ одного и того же АД вычисленные различными методами отличаются существенно – более 5-10%. Кроме того, при отсутствии каталожных данных АД действующих электроприводов проблема определения величин параметров ЭСЗ усложняется.

Для решения проблемы разработаны методика, алгоритм и компьютерная программа, которые на первом этапе методом экспертных оценок предусматривают определение номинальных данных АД: высота оси вращения, мощность, частота вращения, напряжение и другие данные. Измеряют активные сопротивления фаз обмотки статора. На втором этапе выполняют активный эксперимент, заключающийся в регистрации оцифровка сигналов фазных напряжений, токов и частоты вращения ротора в режимах: прямой пуск без нагрузки, разгон до скорости холостого хода, движение на скорости холостого хода длительностью не менее  $3t$  - разгона, затем отключение от источника питания и торможение свободным выбегом до остановки при регистрации фазных ЭДС обмотки статора. По разработанному алгоритму и использованием компьютерной программы сигналы, зарегистрированные при движении АД на скорости холостого хода длительностью не менее  $3t$  – разгона, сдвигают влево по времени и синхронизируют по начальной фазе с сигналом напряжения при пуске. Затем из сигналов, зарегистрированных при пуске, разгоне до скорости холостого хода, движения на скорости холостого хода, вычитают сигналы, сдвинутые влево по времени, зарегистрированные при движении на скорости холостого хода длительностью не менее  $3t$  – разгона. По разнице сигналов, изменяющихся в функции времени, с учетом начальных условий пуска по известным методам синтеза электрических цепей, определяют свободные составляющие фазных токов, напряжений и частоты вращения, по которым определяют активные и индуктивные сопротивления фаз ЭСЗ двигателя.

**Мугалимов Р.Г.**, д-р техн. наук, проф., доц.,

**Закирова Р.А.**, аспирант,

**Мугалимова А.Р.**, канд. техн. наук, доц.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», Г. Магнитогорск, РФ

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ, МЕТОДИК, АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ В ДИАГНОСТИКЕ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ**

Проблема диагностики асинхронных электроприводов является актуальной. Исследование научно-технической литературы показало, что известны способы, методы и аппаратно-программные комплексы (АПК) для диагностики асинхронного двигателя (АД): вибрационный контроль, предусматривающий использование датчиков вибрации; регистрация токов двигателя, их спектральный анализ; диагностика межвитковых замыканий обмоток статора при отключенном электродвигателе; диагностика эксцентриситета и обрыва стержней ротора АД на основе применения функций Барлетта, Ханна, Хемминга, Блэкмана и др. или разложение сигнала тока в ряд Фурье; диагностика теплового режима АД, основанная на применении тепловизионной дефектометрии электродвигателя. Известны стационарные и переносные измерительные комплексы различных фирм, среди которых есть российские и зарубежные: СД-21, А17-У8/3ЭТ, КДРМ, К-5101(Россия); EXP4000 SKF Baker, MCEmaxPdMA, Anom Alert GE Bently Nevada, Fluke-435 (США).

Анализ показал, что рассмотренные методы и АПК, применяемые для диагностики, выявляют основные неисправности АД и не обладают функцией оценки его энергоэффективности. Оценка энергоэффективности невозможна без достаточно точной математической модели АД. Известные модели, Т или Г-образные электрические схемы замещения (ЭСЗ) АД, не учитывают изменения реактивных сопротивлений двигателя от скольжения, насыщения отдельных участков магнитной цепи и эффекта вытеснения тока ротора, влияющего на активное сопротивление ротора.

В работе ставится задача создания АПК для периодического контроля режимов работы электропривода на основе АД с целью оценки его энергоэффективности. В основу АПК положена Г-образная ЭСЗ, учитывающая изменения реактивных сопротивлений двигателя от скольжения, насыщения участков магнитной цепи и эффекта вытеснения тока ротора. Для определения параметров ЭСЗ, максимально близких к параметрам реального двигателя, разработана методика, заключающаяся в выполнении активного эксперимента с регистрацией и оцифровкой сигналов фазных напряжений, токов и частоты вращения ротора в режимах: прямой пуск без нагрузки / с нагрузкой, разгон до скорости холостого хода, движение на скорости холостого хода/с нагрузкой, затем отключение от источника питания и торможение свободным выбегом до остановки с регистрацией фазных ЭДС обмотки статора. По зарегистрированным сигналам, разработанному алгоритму и использованием компьютерной программы определяют реальные параметры электрической схемы замещения, зависящие от насыщения магнитной системы, эффекта вытеснения тока ротора и скольжения.



**Мугалимов Р.Г.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Шахбиева К.А.**, аспирант,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Аккумуляторы получили большое распространение в автономном электро-транспорте большой мощности. Обзор типов аккумуляторных батарей (АКБ) и их характеристик, применяемых в современном электротранспорте, представлен в таблице [1,2]. Их анализ показал, что наиболее перспективными являются литий-ионные АКБ, которые обладают высокой энергоемкостью и энергоплотностью, большим сроком службы и низким процентом саморазряда. Они экологичны. Их недостаток на сегодняшний день - высокая стоимость. При многообразии мощно-сти электромоторов для автономного транспорта необходимо выбирать АКБ с лучшими характеристиками. Емкость АКБ формируется параллельно-последовательным соединением аккумуляторов с учётом номинальных напряже-ния и тока электродвигателя. В практике проектирования автономных электро-приводов наблюдается тренд увеличения номинального напряжения двигателя при одновременном повышении частоты тока и качества электроизоляционных материалов. Это позволяет уменьшить массогабаритные размеры двигателя и аккумуляторной батареи.

Характеристика	Свинцово-кислотные	Никель-кадм.	Никель-металлгидр.	Литий-ионные
Н циклов заряда и разряда	300 - 500	100 - 900	300 - 500	1000 - 1500
T, °C – при заряде	-20–50	0–45	0–45	0–45
Саморазряд	до 30%	до 10%	до 30%	до 3%
Энергоемкость, Вт·ч/кг	25 - 40	45 - 65	60 - 72	110 - 270
Энергоплотность, Вт·ч/дм <sup>3</sup>	80 - 100	50 - 150	150	200 - 250
Напряжение, В	2,1	1,0 - 1,35	1,2 - 1,5	3,6
Производители (Удельная стоимость, руб/А·ч)	Security Force, Delta Battery, Ки-тай (150)	Li-Force, Camelion Китай (160, 250)	Li-Force, Китай (220) Duracell, США (300)	Panasonic, Япония (330) Robiton, Рос-сия (220)

Результаты анализа работы могут быть применены при выборе АКБ для электротранспорта большой мощности и со значительным пробегом.

### Список литературы

1. Тиматков В.В. Электромобиль – предвестник грядущего электрическо-го мира // ТЭК XXI Века: тенденции и прогнозы. 2016. С. 86-97.
2. Иванов С.А., Асадов Д.Г. Анализ рынка и тенденции развития литий-ионных аккумуляторов и электромобилей // Международный технико-экономический журнал. 2011. № 1. С. 119-122.

**Лыгин М.М.**, аспирант

**Газизова О.В.**, канд. техн. наук, доц.,

ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ГРУППЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НАСОСОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ**

Большая часть энергетических насосов на производстве работает в неоптимальных, с точки зрения расходования ресурсов, режимах [1,2]. Зачастую, изменение расхода рабочего тела происходит с помощью заслонки, в то время как насос продолжает работать на максимальной мощности, что является энергетически неэффективным. Одним из способов решения данного вопроса является использование частотного преобразователя. Но, следует учитывать, что в основном на производстве несколько насосов работают вместе на общий коллектор, при этом они могут быть не однотипными. Из-за этого встаёт вопрос о том, как оптимально можно организовать работу этих насосов.

В связи с этим была разработана блок схема выбора оптимального режима работы для группы энергетических насосов. В основе этой схемы лежит принцип минимизации потребления мощности из сети насосами с учётом надёжности выбранной схемы подключения при использовании частотного преобразователя. Для определения количества необходимого оборудования строится группа графиков зависимости расхода воды от напора, в частности характеристики сети и суммы насосов. Далее согласно блок схеме происходит перебор всех возможных вариантов получения необходимого расхода воды и выбирается самый оптимальный.

Как показали экспериментальные расчёты, наиболее энергетически эффективным является регулирование, когда все однотипные насосы включаются от одного частотного преобразователя. При этом, в зависимости от заданного расхода рабочего тела, часть имеющихся насосов должна быть отключена. С целью повышения надёжности такой схемы подключения необходимо организовать подключение насосов непосредственно к сети, в обход частотному преобразователю.

### **Список литературы**

1. Повышение энергетической эффективности заводских электростанций металлургических предприятий / Корнилов Г.П., Газизова О.В., Абдулвелеев И.Р., Лыгин М.М., Бочкарёв А.А. // Электротехнические системы и комплексы. 2022. № 2(55). С. 55-61. doi: 10.18503/2311-8318-2022-2(55)-55-61.

2. Опыт внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий в системах электроснабжения металлургического предприятия / Корнилов Г.П., Шеметов А.Н., Шохин В.В., Усатый Д.Ю., Лыгин М.М. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. 2022. Т. 22. № 1. С. 12-20. doi: 10.14529/power220102.

**Курбанов А.Р.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ РЕГУЛЯТОРОВ СКОРОСТИ ПРИ ВЫХОДЕ НА РАЗДЕЛЬНУЮ РАБОТУ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С НАГРУЗКОЙ**

Одной из важной проблемой в заводской структуре электроснабжения является возможность выхода на раздельную работу электростанции с нагрузкой. Одновременная выработка заводскими ТЭЦ тепловой и электрической энергии приводит к тому, что турбогенератор может работать либо по тепловому, либо по электрическому графику. При выходе на раздельную работу электростанции регуляторы скорости генераторов, работающих по тепловому графику, не всегда обрабатывают корректно, что может привести к негативным последствиям.

Для анализа переходных процессов была разработана математическая модель в программе «MATLAB». В данной модели можно изменять параметры срабатывания автоматики, а также проанализировать полученные результаты. Выбирать количество и мощность генераторов которые будут работать по тепловому или электрическому графику нагрузок.

Разработан алгоритм, отличающийся от существующих учетом влияния тепловой нагрузки на запас статической устойчивости турбогенераторов заводских ТЭЦ и позволяющий выбрать блоки турбина–генератор, которые будут работать на поддержание постоянства давления в паропроводе. Исследованы режимы выхода на раздельную работу с точки зрения динамической устойчивости электростанции при работе всех регуляторов скорости и в случае работы одного из блоков турбина–генератор на поддержание постоянства давления в паропроводе. Показано, что при проведении ремонтов работа одной из машин по тепловой нагрузке может привести к нарушению динамической устойчивости. Даны рекомендации по повышению результирующей. Полученный алгоритм позволяет разработать мероприятия по повышению результирующей устойчивости турбогенераторов при раздельной работе с энергосистемой. В качестве основного мероприятия предлагается перераспределение между турбинами функций поддержания постоянства давления пара в общем паропроводе. Вычислительный эксперимент, проведенный на примере заводской ТЭЦ, показал его эффективность.

При помощи модели было рассмотрено действие регуляторов скорости при параллельной и раздельной работе генераторов с энергосистемой. А также разработан алгоритм действия регуляторов скорости в зависимости от характера нагрузки при раздельной работе. Данная модель позволяет анализировать переходные процессы, вызванные набросом нагрузки и то как, обрабатывает автоматика в данной ситуации. Что в дальнейшем может помочь многим ТЭЦ улучшить качество электроэнергии.

*Под научным руководством канд. техн. наук, доцента Газизовой О.В.*

**Газизова О.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Морщакин А.Э.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СИСТЕМА ГРУППОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТОКА ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ЗАВОДСКИХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ПРИ ВЫХОДЕ НА РАЗДЕЛЬНУЮ РАБОТУ**

Вывод источников питания в ремонт и наложение на него аварий существенно изменяют действующий состав оборудования в течение года, что сопровождается значительным усложнением возможных эксплуатационных и аварийных режимов, в том числе выхода на раздельную работу и последующей ресинхронизации. При отделении от энергосистемы сохранение устойчивости зависит от правильного действия автоматических систем регулирования возбуждения и скорости, а также делительной автоматики. Однако индивидуальные системы регулирования возбуждения не всегда обеспечивают устойчивость в подобных режимах. В связи с этим появляется необходимость использования ныне существующих принципов группового регулирования систем возбуждения в условиях заводских электростанций сложной конфигурации, имеющих разнородные источники электроэнергии. Наиболее эффективным является групповое регулирование синхронных генераторов с учетом величины угла ротора. Так, в труде [1], показан закон группового регулирования возбуждения с целью сохранения устойчивости.

В прошлой работе с учетом данного закона регулирования разработана математическая модель и исследована статическая и динамическая устойчивость промышленных синхронных генераторов. проведенные исследования позволяют разработать мероприятия по повышению статической устойчивости синхронных генераторов промышленных электростанций. Также был разработан алгоритм группового АРВ генераторов, позволяющий определить, когда необходимо повышать или понижать ток возбуждения.

В данной работе будет использоваться приближенная к реальной математическая модель группового АРВ СГ. И целью будет определение диапазона тока возбуждения, благодаря которому, при выходе на раздельную работу, статическая и динамическая устойчивости электростанции сохранятся.

### Список литературы

1. Калентионок Е.В., Филипчик Ю.Д. Управление реактивной мощностью генераторов электростанций для повышения устойчивости электроэнергетических систем // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2009. №6. С. 23-30.

*Под научным руководством д-ра техн. наук, профессора Корнилова Г.П.*

Гареев Р.С., магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ПЕРЕКРЫТИЙ НАРУЖНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОРУ ПОДСТАНЦИЙ И ВОЗДУШНЫХ ЛЭП В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Промышленные загрязнения имеют разнообразный характер, зависят от степени удаленности электроустановок от источников загрязнения и количества выбросов. Загрязнения снижают электрическую прочность изоляции, увеличивают токи утечки по изоляторам, вызывают поверхностные перекрытия и ускоренную коррозию проводов и металлических частей электрооборудования. Обобщение данных о работе изоляции при загрязнении электрических установок указывает, что перекрытиям способствуют следующие предпосылки: морозящий дождь, туман или мокрый снег, т.е. осадки, вызывающие увлажнение поверхностного слоя загрязнителя, который не смывается и не происходит самоочистки поверхности изолятора; наличие положительной температуры, близкой к нулю или во время резкого потепления, в этом случае на холодной поверхности изоляции возможна конденсация влаги воздуха, насыщающая загрязнитель; неблагоприятное направление ветра, приводящее к усиленному одностороннему занесению поверхности изолятора грязью и пылью; количество загрязнителя, одновременно оседающего на поверхности изоляторов, при этом особо опасны интенсивные выбросы, происходящие при нарушении технологического цикла предприятия или очистных устройств.

Опыт эксплуатации распределительных устройств и линий электропередач показывает, что при проектировании в недостаточной степени учитываются особенности, связанные с расположением в зоне с загрязненной атмосферой. К задачам выполняемой работы относятся определение возможных методов диагностики состояния наружной изоляции в районах с повышенным загрязнением атмосферы; обобщение опыта эксплуатации наружной изоляции для перехода планово-предупредительных ремонтов от периодических к ремонтам по техническому состоянию; анализ возможных способов улучшения работы и усиления наружной изоляции.

Существующая система профилактического контроля внешней изоляции – периодические испытания повышенным напряжением, измерения сопротивления, контроль распределения напряжения по многоэлементным конструкциям, визуальный осмотр. Трудоемкость, повышенная опасность, необходимость отключения оборудования от напряжения, низкая оперативность обуславливают недостаточную эффективность данных методов.

Для оперативного контроля изоляторов в условиях промышленного загрязнения предполагается оценить применимость методов дистанционного оптического контроля с помощью электронно-оптических дефектоскопов, позволяющих визуально оценивать образование коронных и поверхностных частичных разрядов.

**Соколов А.П.**, аспирант  
**Газизова О.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Логинов Б.М.**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЗАКОНОВ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ЗАВОДСКИХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА СТАТИЧЕСКУЮ И ДИНАМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ**

Расширение объектов распределенной генерации с целью повышения надежности и экономичности электроснабжения промышленных предприятий существенно усложняет нормальные эксплуатационные и аварийные режимы работы. Подключение новых синхронных генераторов в системе электроснабжения производится в соответствии с ростом нагрузок в различных участках системы. При этом источники, подключенные к различным ступеням трансформации, имеют существенно различающиеся установленные мощности и первичные двигатели разного рода. Работа таких генераторов как правило осуществляется совместно с энергосистемой большей мощности, что определяет их слабое влияние на уровень напряжения в точке присоединения. В этих условиях к системам автоматического регулирования возбуждения синхронных генераторов предъявляются противоречивые требования: с одной стороны -необходимость поддержания заданного напряжения на шинах, с другой –обеспечение минимального уровня статической и динамической устойчивости, что не всегда достижимо [1]. Разработан закон регулирования возбуждения, адаптированный к условиям заводского электроснабжения при совместной работе с энергосистемой большой мощности [2]. Он позволяет поддерживать нормативный уровень напряжения при обеспечении статической и динамической устойчивости и учитывает ограничения, вызванные перегрузочной способностью и несовершенством охлаждения систем возбуждения. С целью проверки эффективности закона регулирования возбуждения проведены исследования динамической устойчивости синхронного генератора на математической модели, разработанной в среде MATLAB, при различных возмущениях со стороны питающей энергосистемы. Даны рекомендации по совершенствованию систем автоматического регулирования систем возбуждения на заводских электростанциях с целью повышения устойчивости.

### Список литературы

1. Анализ систем возбуждения синхронных генераторов заводских электростанций / Корнилов Г.П., Газизова О.В., Соколов А.П., Храмшин Р.Р., Логинов Б.М. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. 2022. Т. 22. № 2. С. 69-80.
2. Корнилов Г.П., Храмшин Р.Р., Газизова О.В., Логинов Б.М Система регулирования возбуждения синхронного генератора в распределительной сети переменного тока. Патент на изобретение 2767178 С1, 16.03.2022. Заявка № 2021119042 от 30.06.2021.

**Гладких С.Н.**, канд. техн. наук,  
ФГБОУ ВО «НовГУ им. Ярослава Мудрого», г. Великий Новгород, РФ

## **ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ – ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ РОССИИ**

Для современной цивилизации одной из главных проблем ее успешного существования является ограниченность запасов природных не возобновляемых энергоресурсов (нефть, уголь, природный газ, торф). Поэтому энергосбережение сегодня является приоритетным направлением развития всего современного мира. Проведен анализ источников и правительственных документов по данной проблеме, рассмотрены проблемы неэффективного использования первичных энергоресурсов в Российской Федерации, предложены пути решения данной проблемы.

Разработка и внедрение прогрессивных технологий энергосбережения и энергоэффективности как в производственную, так и бытовую сферу, помимо прочего, является важнейшим шагом на пути решения актуальных как никогда ранее экологических проблем, в числе которых глобальное изменение климата, чрезмерное загрязнение атмосферы, истощение природных ресурсов. Принципы актуальны как для крупных промышленных предприятий, так и для частных домовладений. При этом важно отметить, что энергосбережение основывается не только на поисках дополнительных путей получения энергии, но и на рациональном использовании и экономии имеющихся ресурсов [1].

Несмотря на введение в действие свыше 70 нормативных документов, касающихся внедрения энергосберегающих мер, проблемы энергосбережения в России существуют и затрагивают практически каждую отрасль экономики и хозяйства. Правительство РФ утвердило Энергетическую стратегию России на период до 2035 г., которая предусматривает: повышение уровня газификации регионов; увеличение производства энергоносителей, экспорта продукции топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и инвестиций в отрасль; развитие мощностей по производству сжиженного природного газа; мероприятия по снижению негативного воздействия ТЭК на окружающую среду [2].

Выводы. Исследованы и предложены пути внедрения энергосберегающих мер в производственных отраслях и в коммунальном хозяйстве. Показан экономический эффект от внедрения энергоэффективных технологий.

### Список литературы

1. Внедрение энергоэффективных технологий // Безопасность жизнедеятельности. 2013. №8. С.32-35.
2. Распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р Об Энергетической стратегии РФ на период до 2035 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74148810/> (дата обращения: 27.01. 2023).

**Кондрашова Ю.Н.**, канд. техн. наук, доц., кафедры ЭПП,  
**Шалимов А.В.**, студент группы АЭБ-19-2,  
**Третьяков А. М.**, студент группы АЭБ-19-2,  
**Снигур А. В.**, студент группы АЭБ-20-2,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **К ВОПРОСУ ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ**

На сегодняшний день в электроэнергетике существует понятие категорий надежности электроснабжения (КНЭ), которое включает в себя 3 основные категории и одну особую. Они присваиваются каждому электроприемнику, описывая необходимую для приёмника степень резервируемости.

В данный момент это одно из не многих понятий созданных для оценки ответственности тех или иных приёмников электроэнергии. Такое разбиение на группы не дает полного понимания, насколько важен приемник в системе цеха или целого предприятия. Авария на объекте, с самой высокой КНЭ – 1-й, может не приводить к разладу производства, а только к частным проблемам. Как и авария на объекте 2-й - средней КНЭ может привести к разладу большей части производства.

Для решения подобной проблемы в перспективе предлагается разработать программный комплекс, который будет рассчитывать надежность основываясь на параметрах надежности, статистике и прогнозах по отказам оборудования. Подобный программный комплекс может включить в себя гидравлику, механику и т. п. Для того, чтобы можно было оценить ответственность не только электрической части оборудования, но также механической и гидравлической.

Программный комплекс должен выводить после обработки некоторый код, состоящий из нескольких букв или цифр, в котором будут отражены самые важные критерии ответственности, например: первая буква отвечает за общую надежность механизма (агрегата), вторая за ущерб от его отключения за 1 час, третья за важность объекта технологическом процессе и тому подобное.

Такое предложение может упростить работу для аналитиков, обрабатывающих результаты аварии, экономистов для оценки примерного ущерба, а также будет важно для информирования работников вновь пришедших на территорию цеха или тех, кто работает по вызову на аварию или ремонт (например: аварийная служба).

### **Список литературы**

1. Абдылдаев Р.Н., Кулуев Ж.О., Абсаматов Э.А. Анализ нормирования надежности электроснабжения // Известия Ошского технологического университета. 2021. № 1. С. 25-28. EDN OXQFMM.

2. Ефимов А.Ю., Алехин А.О. Оценка надежности электроснабжения потребителей первой и второй категории // Интеллектуальная электротехника. 2019. № 2. С. 74-84. DOI 10.46960/2658-6754\_2019\_2\_74. EDN NDKWCP.



**Кондрашова Ю.Н.**, канд. техн. наук,  
**Третьяков А.М.**, студент,  
**Шалимов А.В.**, студент,  
**Снигур А.В.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им.Г.И.Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ ПРОВЕСТИ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТИЧЕСКОГО УРОВНЯ НАДЁЖНОСТИ, ОБЕСПЕЧИВАЕМОГО ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

По мере роста уровня технического развития промышленного оборудования и развития предприятий появляется повышенный спрос к поддержанию необходимого уровня надёжности растёт. Это обусловлено увеличением убытков от нарушений в их функционировании. Повышение надёжности электроснабжения промышленных предприятий требует значительных финансовых вложений как со стороны самого предприятия, так и со стороны снабжающей компании. В связи с этим возникает необходимость поиска слабых мест в системе электроснабжения с целью определения приоритетных направлений повышения надёжности.

Применение таких показателей, как параметр потока отказов, число отказов на простой цеха, ущерб от простоя цеха и среднее время простоя, позволяет привести разнородные данные универсальному виду и провести сравнение, сохранив при этом их связь с источником.

Проведение сравнительного анализа уровня надёжности, обеспечиваемого смежными фидерами распределительных и понизительных подстанций, позволит оптимизировать меры по его и связанные с этим затраты. Вместе с тем, это позволит проводить оценку влияния проводимых мероприятий на фактический уровень и определять их эффективность.

Методика применения указанных выше показателей также предусматривает возможность проведения предиктивной аналитики уровня надёжности электроснабжения предприятия на основании прогнозных данных, связанных с количеством отключений питающих линий и временем простоев цеха, связанных с этими отключениями.

### **Список литературы**

1. Анализ интенсивности отказов частотно-регулируемых электроприводов районных тепловых станций при нарушениях электроснабжения / Храмшин В.Р., Одинцов К.Э., Губайдуллин А.Р., Карандаева О.И., Кондрашова Ю.Н. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. 2014. Т. 14. № 2. С. 68-79.
2. Газизова О.В., Абдулхаликова А.А. Исследование пропускной способности питающих линий электропередачи крупного промышленного энергетического узла // Электротехнические системы и комплексы. 2014. № 2 (23). С. 48-52.
3. Оценка остаточного ресурса электрооборудования по физическим характеристикам / Некрасов А. И., Некрасов А. А., Подобедов П. Н. [и др.]. // Вестник аграрной науки Дона. 2018. № 1 (41). С. 5–11.

**Юрковец А.В.**, студент,

**Кондрашова Ю.Н.**, доцент, канд. техн. наук,

**Снигур А.В.**, студент,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА И АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ ОБЪЕКТОВ**

В настоящее время основной тенденцией в энергетике является создание больших энергообъединений, у которых имеется сложная структура. С одной стороны – это приводит к увеличению доли системных аварий, в результате которых единственный отказ может повлечь за собой каскадное развитие аварии и охватить значительную часть энергообъединения, с другой стороны – объединение позволяет получить значимые экономические преимущества. Возникает необходимость анализа затрат, связанных с повышением уровня надежности, что приводит к значительным капитальным затратам и принятое решение должно быть обосновано. Рассчитав ущерб, нанесённый потребителям, из-за перерыва электроснабжения, убытки из-за аварийного ремонта, и расходы, направленные на повышение надежности, можно оптимизировать уровень надёжности электроэнергетического оборудования и систем в целом. В некоторых электроэнергетических системах число аварий может достигать в течение года нескольких десятков, а годовой недоотпуск электроэнергии из-за последствий аварий нескольких миллиардов киловатт-часов. Суммарная мощность генераторов, которые одновременно простаивают в аварийном ремонте, составляет десятки миллионов киловатт. Возможные последствия от ненадежности элементов системы становятся существенными, в связи с этим необходимо постоянно совершенствовать методы, позволяющие прогнозировать развитие, проектирование, строительство, монтаж и эксплуатацию электроэнергетических систем, с помощью которых можно было бы наиболее полно учитывать надежность и оптимально расходовать средства, которые выделяются на её обеспечение. Таким образом, оценка показателей надежности систем электроснабжения становится одной из важных задач развития в области энергетики. Создание новых и расширение без того сложных электроэнергетических систем требует усовершенствования методик оценки надежности, которые бы позволили при проектировании учитывать опыт эксплуатации. Количественная оценка уровня надежности [1, 2] различных схем электроснабжения является в современных условиях актуальной темой, что подтверждается основными разделами энергетической стратегии России на период до 2030 г. и концепции обеспечения надежности в электроэнергетике.

### **Список литературы**

1. Концепция обеспечения надежности в электроэнергетике / Воропай Н.И., Ковалёв Г.Ф., Кучеров Ю.Н. и др. М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2013. 212 с.

2. Кондрашова Ю.Н., Шалимов А.В., Третьяков А.М. Анализ причин аварийных отключений и оценка надежности линий электропередач на напряжении 3-10 КВ применительно к электрическим сетям промышленного узла // Энергетические и электротехнические системы : Международный сборник научных трудов. Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. С. 34-40. EDN TBINQB.

**Ефименко А.М.**, магистрант,  
**Снигур А.**, студент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **НЕОБХОДИМОСТЬ РАСЧЕТА И АНАЛИЗА ПРИ ОТДЕЛЕНИИ ЭНЕРГОРАЙОНА В РЕЗУЛЬТАТЕ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ**

В настоящее время за счет роста нагрузки в современных энергосистемах одной из основных задач для крупных промышленных предприятий стало обеспечение бесперебойного электроснабжения потребителей. Ввод объектов распределенной генерации позволяет обеспечить энергонезависимость и надежность электроснабжения ответственных электроприемников. Важно отметить, что аварийные режимы в распределенных сетях имеют свою специфику. Аварии, связанные с нарушением устойчивости в системе электроснабжения промышленных предприятий, содержащих источники собственной генерации, являются наиболее тяжелыми, влекущие за собой нарушение технологического процесса. Несмотря на то, что внедрение объектов распределенной генерации ведет к повышению надежности систем электроснабжения потребителей и повышению энергоэффективности предприятия, с другой стороны – усложняются возможные нормальные и утяжеленные режимы. Необходимо оценить переходные процессы в режимах сети при параллельной работе. Возникновение внезапного короткого замыкания на шинах связи с энергосистемой может привести к отделению энергорайона на раздельную работу в результате срабатывания релейной защиты или противоаварийной автоматики. При возникновении таких режимов одной из задач является обеспечение баланса мощностей в выделившемся узле, что не всегда возможно, в том числе при возникновении КЗ в произвольной точке и при выведенном в ремонт оборудовании [1, 2]. Дефицит активной и реактивной мощности может привести к нарушению динамической или результирующей устойчивости синхронных генераторов. С целью увеличения эффективности управления был использован алгоритм повышения устойчивости при отделении от энергосистемы в результате КЗ за счет прогнозирования режимов и обеспечения баланса мощностей, сформулированы рекомендации по присоединяемой мощности нагрузки.

### Список литературы

1. Кондрашова Ю.Н., Газизова О. В., Иванов Е. Ф. Повышение устойчивости заводских электростанций при отделении от энергосистемы в результате внезапного короткого замыкания, сопровождающегося небалансом мощностей // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2022. Т. 65, № 3. С. 97-106.
2. Gazizova O.V., Malafeyev A. V., Kondrashova Y. N. Mathematical simulation of the operating emergency conditions for the purpose of energy efficiency increase of thermal power plants management // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Tomsk, 01–04 декабря 2015 года. Vol. 124. – Tomsk.

**Малафеев А.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Василега А.Т.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОПОРШНЕВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ РОЗНИЧНОГО РЫНКА В ЗАДАЧЕ РАЗРАБОТКИ ЕЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА**

Экономическая эффективность функционирования электростанции, являющейся субъектом розничных рынков электроэнергии и тепловой энергии, определяется, в первую очередь, прибылью от реализации вырабатываемых энергоресурсов. Газопоршневые электростанции достаточно используются в этом качестве, вырабатываемыми энергоресурсами при этом являются электроэнергия, вырабатываемая газопоршневыми агрегатами, и горячая вода, вырабатываемая утилизационными теплообменниками. Оптимизируемыми параметрами при этом будут выработка каждого из агрегатов и соотношение между вырабатываемыми объемами электроэнергии и тепла.

В качестве объекта исследования выбрана Магнитогорская ГПЭС, функционирующая в границах деятельности гарантирующего поставщика – ООО «МЭК». Тепловая энергия поставляется по прямым договорам ПАО «ММК». Электростанция располагает четырьмя газопоршневыми агрегатами (ГПА), в состав которых входят котлы-утилизаторы на отходящих дымовых газах. Кроме того, рекуперативными теплообменниками утилизируется тепло из низкотемпературного и высокотемпературного контуров охлаждения. Топливом является природный газ.

За основу алгоритма оптимизации предлагается принять принцип равенства относительных приростов. Для того, чтобы им воспользоваться, необходимо получить характеристики относительных приростов (ХОП) каждой генерирующей единицы – агрегатов «газопоршневой двигатель – генератор», котлов-утилизаторов, водогрейного котла, теплообменников высокотемпературного контура, теплообменников низкотемпературного контура. Если для ГПА это зависимость относительного прироста расхода топлива от относительного прироста электрической нагрузки, для водогрейного котла – аналогичная зависимость от тепловой нагрузки, то для котлов-утилизаторов вместо расхода топлива предлагается использовать потери тепла с уходящими газами и в конструктивных элементах [1]. Для других утилизационных теплообменников предлагается использовать аналогичный подход, учитывая потери тепла с воздухом в системе турбонаддува и с охлаждающей водой рубашки двигателя.

### Список литературы

1. Василега А.Т., Малафеев А.В. Оптимизация режима выработки тепловой и электрической энергии электростанцией розничного рынка по критерию максимума прибыли // Энергетические и электротехнические системы: междунар. сб. науч. тр. Вып. 9. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2022. С. 45-53.

**Князева Ю.В.**, маг.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БАЛАНСОВ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

Энергетические балансы мощности и энергии играют исключительную роль в деятельности энергосистем. Они определяют задачи и методы обеспечения энергоснабжения. От балансов зависят режим работы станций и электрических сетей и показатели работы предприятия и его издержки. В настоящее время балансы отражают основы товарной и ценовой стратегий на электроэнергетическом рынке [1].

Актуальным также является недостаточный объем информации о потреблении электроэнергии в городских поселках на уровне напряжения 6-10 кВ. Потребители предопределяют требования к электроснабжению. Данные о требованиях потребителей к балансам мощности и энергии требуют большой и регулярной работы по сбору статистической информации о нагрузках и электропотреблении потребителей, разработки моделей их прогнозирования, разработки методов планирования и управления режимами, разработки методики расчета недостающих данных об электропотреблении в разветвленных сетях городских поселков. Важной расходной статьёй энергобаланса сетевой организации является уровень потерь мощности и электроэнергии. При этом необходимо иметь информацию о структуре потерь по участкам сети, что позволит выявить очаги повышенных потерь и наметить мероприятия по их снижению. От достоверности данных по объему и режиму потребления зависит эффективность технической, хозяйственной и коммерческой деятельности.

Поэтому целью нашей работы является совершенствование расчетных методов определения электропотребления и электроэнергии в городских сетях 6-10 кВ, выявление узлов учета с недостающей информацией, анализ возможностей существующих приборов учета электроэнергии, разработка методики проверки достоверности «плохих» данных и дорасчета недостающих данных. Планируется применение на практике предложенной методики и разработка мероприятий по совершенствованию учета на объекте исследования.

### Список литературы

1. Русина А.Г., Филиппова Т.А. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем: учебное пособие для вузов. М.: Юрайт, 2022. 399 с.

**Малафеев А.В.**, канд. техн. наук, доцент  
**Раннев Ю.П.**, магистрант  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭЦ ПАО «АМЗ» С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ О ПЕРСПЕКТИВНОМ РАЗВИТИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ**

Теплоэлектроцентраль является самостоятельным второстепенным подразделением Ашинского металлургического завода, который, в свою очередь, специализирован на выплавке и прокатке разнотолщинной листовой продукции. Бесперебойное и качественное обеспечение энергоресурсами – главная задача ТЭЦ, поэтому очень важно отвечать всем современным требованиям в качестве надежного источника для основных цехов. В условиях реальной тенденции развития производства – реконструкции ЛПЦ-1, изменения схем теплоснабжения и водоснабжения завода и города, – теплоэлектроцентраль нуждается в модернизации не только путем обновления действующего оборудования, но и переосмысления роли и структуры подразделения с учетом различных факторов, влияющих на перспективное развитие энергохозяйства завода в целом.

Для разработки предложений по перспективному развитию предполагается рассмотрение нескольких наиболее целесообразных стратегий с учетом внутренних и внешних влияющих факторов. Сравнение стратегий и выбор наиболее целесообразной из них предполагается осуществить с использованием критериев теории принятия решений, наиболее применимых к условиям объекта исследования. Теория принятия решений представляет собой раздел теории игр, рассматривающий в качестве второго игрока «природу», внешние обстоятельства. Среди критериев принятия решений можно выделить критерии принятия решений в условиях неопределенности, когда сложно выявить какие-либо предпочтения по отношению к внешним обстоятельствам (фактическое участие ТЭЦ в энергобалансе завода, цены на энергоресурсы, цены и технические характеристики нового оборудования и др.), и критерии принятия решений в условиях риска, когда имеется возможность оценить такие предпочтения с помощью субъективных вероятностей. Для каждой возможной стратегии развития выполняется ее оценка на основе одного или нескольких критериев, затем принимается к рассмотрению стратегия, имеющая наилучшую оценку. Выбранная стратегия ляжет в основу дальнейшей проработки проекта модернизации данного подразделения.

**Паладий Э.Л.**, магистрант,

**Малафеев А.В.**, канд. техн. наук, доц.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПТОВЫХ ЦЕН НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ, ОПРЕДЕЛЕННЫХ ПРИ ПОМОЩИ РЕКУРРЕНТНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

Прогнозирование цен на электроэнергию имеет важное значение для успешного управления энергетическими активами и ресурсами. Точные прогнозы могут помочь энергетическим компаниям, поставщикам и потребителям электроэнергии лучше планировать свои ресурсы и принимать решения. На оптовом рынке в России, где часовые цены на электроэнергию изменяются в течение суток в широком диапазоне, особенно важно иметь качественные прогнозы на сутки вперед.

Точность прогнозирования цен на энергоносители является важнейшей проблемой в энергетической отрасли. Это влияет на целый ряд решений, таких как инвестиции, эксплуатация и планирование. В качестве объекта для оценки было выбрано прогнозирование с использованием рекуррентной нейронной сети (RNN). Это тип нейронных сетей, которые предназначены для обработки последовательных данных, таких как тексты, звуки или временные ряды. Они выполняют один и тот же тип вычислений для каждого шага последовательности, используя веса, которые ранее были обучены на данных. Это позволяет RNN запоминать информацию о предыдущих шагах, что делает их особенно полезными для задач, требующих понимания контекста и длительных зависимостей.

Для оценки точности прогнозирования цен на энергоносители можно использовать несколько показателей, включая среднюю абсолютную ошибку (MAE), среднюю абсолютную процентную ошибку (MAPE) и среднеквадратичную ошибку (RMSE). Эти показатели измеряют разницу между фактическими и прогнозируемыми ценами на энергоносители и дают представление о точности прогноза. Кроме того, важно учитывать временной горизонт прогноза, а также любую сезонность или тенденции в ценах на энергоносители, которые могут влиять на точность прогноза. Выбор метода прогнозирования имеет решающее значение, поскольку различные алгоритмы и модели могут иметь разный уровень точности для прогнозирования цен на энергоносители. Необходимо также отметить, что комплексная оценка точности прогнозирования цен на энергоносители требует рассмотрения множества факторов, включая используемые показатели, временной горизонт прогноза, основные закономерности формирования цен на энергоносители и выбор метода прогнозирования.

Методика может быть применена в реальной практике для планирования и управления ценами, а также для оптимизации экономических показателей компаний, занимающихся торговлей энергоресурсами. Прогнозные цены на рынке «на сутки вперед» необходимы промышленным потребителям для планирования производственной деятельности.

В дальнейшем следует улучшать и расширять методику, включая новые факторы, влияющие на цены, и улучшать алгоритмы машинного обучения, чтобы улучшить точность прогнозирования.

**Варганова А.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Ирихов А.С.**, асп.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТОЧКИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К ВНЕШНЕМУ ИСТОЧНИКУ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Одним из основных направлений развития мировой энергетики является децентрализация. Децентрализация предполагает создание источников малой генерации рядом с потребителями энергоресурсов, что позволит отказаться от транспортировки энергии на большие расстояния, повысить надежность и снизить потери электрической энергии.

Для повышения надежности систем электроснабжения с источниками распределенной генерации необходимо определить наилучшую конфигурацию сети.

Алгоритм определения экономически целесообразного подключения к внешней сети должен учитывать ограничения по пропускной способности элементов и балансовые ограничения. Выбор оптимальной точки подключения должен обеспечивать надежное и экономичное электроснабжение.

В работе [1] оценивается целесообразность использования расчетов структурной надежности при проектировании распределительных электрических сетей. Результаты работы показали, что показатели структурной надежности способны повлиять на выбор варианта электрической сети. За параметрами и показателями систем электроснабжения необходимо постоянно наблюдать для оценки и мониторинга их надежности. Основные системные проблемы обеспечения и повышения надежности электроснабжения приведены в [2].

В данной работе предлагается разработка алгоритма, основной задачей которого является оценка экономического ущерба от перерыва электроснабжения. На основе технико-экономических расчетов систем электроснабжения определение оптимальных точек подключения к внешней сети 6-10 кВ. Критерием выбора является минимум ущерба от перерыва электроснабжения. Разработанный алгоритм планируется реализовать в оригинальном программном обеспечении «ТЭР САД» [3].

### Список литературы

1. Goel, L. Electric substation reliability assessment using a Windows-based tool / L. Goel // IEEE Power Engineering Society General Meeting. – 2004. – pp. 77-82.
2. Yuan, Y. Reliability analysis of power distribution systems based on hybrid method into account of voltage sags / Y. Yuan, Y. Jingyan, Z. Jianhua, X. Xiangning // International Power Engineering Conference. – 2005. – pp. 945-949.
3. А.с. 2021668699 Российская Федерация, ТЭР САД / Варганова А.В., Ирихов А.С.; заявитель ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». № 2021668002; заявл. 15.11.2021; опубл. 19.11.2021.



**Варганова А.В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Макушин Е.В.**, маг.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПУТЕМ РЕКОНФИГУРАЦИИ ИХ СХЕМ**

При проектировании или реконструкции распределительных сетей возникает вопрос о повышении их надёжности с помощью реклоузера. Выбор того или иного варианта его расположения основывается на главном критерии - минимум ущерба от перерыва электроснабжения.

В настоящее время написано не большое количество работ на тему повышения надёжности городских воздушных распределительных линий 6-10 кВ, снижения количества и времени перерывов электроснабжения за счет внедрения децентрализованной автоматизации на базе интеллектуальных автоматических пунктов секционирования (реклоузеров).

Реклоузеры способствуют снижению количества аварийных отключений, а также автоматизации режимов работы сети. Техническая эффективность комплексной автоматизации распределительных сетей 6-10 кВ с применением автоматического секционирования и резервирования и использовании различных средств автоматизации состоит в значительном снижении годового ожидаемого недоотпуска электроэнергии потребителям и суммарного времени отключения за год эксплуатации.

В статье [1] говорится, что 70% всех нарушений электроснабжения происходит именно в сетях среднего класса напряжения, как показывает статистика. Воздушные линии 6(10) кВ выработали свой нормативный ресурс почти на 40% и нуждаются в реконструкции. Притом, что инвестиций в их техническое перевооружение и развитие не хватает. Также в работе [2] рассматриваются рациональные способы расположения реклоузеров при последовательном секционировании, в случаях кратковременных коротких замыканий, автоматических повторных включений и резервирования электроснабжения.

Основным экономическим эффектом от применения реклоузеров является снижение недоотпуска электрической энергии, возможность построить систему дистанционного управления сетью, значительное сокращение времени поиска и локализации повреждения, а также выделение участка меньшей длины позволяет оптимизировать работу оперативного персонала и сократить в целом затраты на обслуживание линии.

### Список литературы

1. Убоженко, С. М. Реклоузеры NOJA Power из России и для России // Электроэнергия. Передача и распределение. 2021. № 6(69). С. 110-112.
2. Шайтор Н.М., Чернова Е.Ю. Рациональные варианты применения реклоузеров при последовательном секционировании в электрических сетях 6-10 кВ [Текст] / Н. М. Шайтор, // Энергетические установки и технологии. 2019. Т. 5. № 1. С. 106-108.

**Варганова А.В.**, канд. техн. наук, зав. каф.,  
**Петров Д.А.**, маг.,  
**Позин Д.О.**, маг.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ РАБОТЕ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

В электроэнергетической отрасли появилась большая необходимость внедрения новых технологий в процесс повышения навыков и уровня знаний будущих специалистов. Электротехнический персонал допускает некоторое количество ошибок, которые влекут за собой серьезные технологические аварии и потери человеческих жизней. На сегодняшний день появилась возможность передать опыт и накопленные знания электротехнического персонала студентам до начала трудовой деятельности на производстве. VR – технологии позволяют свести ошибки персонала к минимуму и познакомить будущий персонал с производством.

При разработке виртуального симулятора особое внимание уделяется разработке 3D модели, так как реалистичная модель объекта позволит максимально приблизить студентов к реальному энергообъекту. Необходимо погружать обучающихся в различные среды, что значительно повысит вовлеченность в процесс обучения. При этом нельзя не отметить повышение коммуникативного и социального навыков при взаимодействии с различными коллективами при разработке и внедрение виртуальной реальности в систему образования, для повышения компетенции студентов-выпускников, занимающихся техническими системами относительно электроснабжения промышленных предприятий. Важным моментом является возможность демонтажа любого элемента ячейки КРУ. Пользователи получают возможность иметь точное восприятие различных объектов в виртуальной среде через чувства зрения, слуха, что полезно для повышения фактического уровня работы обучаемых, повышения качества обучения и эффективности обучения, а также снижения затрат на обучение. [1]

Отмечая положительные стороны тренажера, необходимо рассмотреть недостатки данной технологии, которые, на первый взгляд, могут оттолкнуть от использования и дальнейшего развития данного направления. К самому важному недостатку можно отнести затраты на оборудование для создания и непосредственного использования виртуального тренажера. Еще одним не менее значимым, но в то же время легко решаемым, недостатком является подача материала. Большинство имеющихся симуляторов спроектированы для персонала, который уже имеет большой профессиональный опыт.

В целом, внедрение VR-технологий при обучении студентов положительно влияет на уровень подготовки будущих специалистов и их адаптацию в условиях действующих производственных объектов.

### **Список литературы**

1. Повышение квалификации обслуживающего персонала подстанции при помощи виртуальной реальности / Петров Д.А., Позин Д.О., Музафаров А.Ю., Боровских Д.И. // Проблемы и перспективы развития энергетики, электротехники и энергоэффективности: материалы VI Междунар. науч.-техн. конф. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2022. С. 372-376.

Тугульбаев С.А., асп.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ КАБЕЛЬНЫМИ ЛИНИЯМИ СО СПОКОЙНОЙ И РЕЗКОПЕРЕМЕННОЙ НАГРУЗКОЙ**

Для современных промышленных предприятий, имеющих в своей сети внутризаводского электроснабжения потребителей со спокойной и резкопеременной нагрузкой, предъявляются большие требования к надежности электроснабжения. Как правило, потребители промышленного комплекса размещаются в условиях плотной застройки, поэтому для питания потребителей все больше находят применения современные высоковольтные кабельные линии с изоляцией из сшитого полиэтилена и резины.

Основной проблемой сетей внутризаводского электроснабжения промышленных комплексов, имеющих потребителей со спокойной специфической нагрузкой, является ухудшение параметров качества электрической энергии тарих как: несинусоидальность и несимметрия напряжения.

Проблема несинусоидальности ярко выражается в кабельных линиях, обладающих большой емкостью, особенно в контуре с индуктивностью, в которой происходит резонанс токов и напряжений. Особую опасность для кабельной линии представляет резонансный контур, имеющий нулевое сопротивление для определенной гармоники, который только усиливает ее. В связи с эти происходит интенсивный износ изоляции кабелей.

Данная задача, так же интересна не только с точки зрения надежности электроснабжения кабельных линий, но и уменьшения ущерба от простоев, связанных с перерывом электроснабжения промышленных комплексов.

В работе [1] авторами частично решается задача исследования резонансного контура на гармоники. В работе [2] авторами исследуются механизмы появления дефектов в изоляции кабельных линий.

Данная работа предполагает исследование возникновения резонансных контуров в сети для определенных гармоник и разработку унифицированной модели кабельной линии в режимах со спокойной и резкопеременной нагрузкой для исключения их усиления.

### Список литературы

1. Экспериментальные исследования электромагнитной совместимости современных электроприводов в системе электроснабжения металлургического предприятия / А. А. Николаев, Г. П. Корнилов, Т. Р. Храмшин, Г. Никифоров, Ф.Ф. Муталлапова // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2016. № 4(14). С. 96-103.

2. Тугульбаев С. А., Варганова А. В. Причины и методы предотвращения повреждений кабельных линий электропередач на металлургическом предприятии // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2017. № 11. С. 8-12.

*Под научным руководством канд. техн. наук, доцента Варгановой А.В.*

**Панова Е.А.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Хисматуллин А.И.**, студент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОБЗОР САПР РАСЧЕТА УСТАВОК РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ПОНИЗИТЕЛЬНОЙ ПОДСТАНЦИИ**

Тенденцией развития современных электрических сетей в последнее десятилетие является их частичная или полная цифровизация. Тем не менее, расчет и выбор уставок релейной защиты и автоматики (далее – РЗА) по сей день является трудоемкой, требующей зачастую специфичных знаний к определенным из многообразия видов и типов РЗА. Так, расчет осуществляется инженерно-техническим персоналом, представляя собой построение максимально приближенной к реальной имитационной схемы замещения сети и детальное изучение её параметров. Данный аналитический метод занимает большое количество времени, и результаты, как правило, являются приближенными, с некоторой долей погрешности, в силу человеческого фактора, математических допущений и абстракций.

На данную проблематику расчёта параметров срабатывания РЗА также накладываается перспектива существующих энергосистем к расширению, развитию и реконфигурации; наличие и внедрение распределённой генерации, что значительно усложняет расчёт РЗА.

Несмотря на то, что процесс расчёта уставок РЗА в настоящее время упрощён и в некоторой степени автоматизирован благодаря современным АРМ и программным комплексам, данный факт не компенсирует в полной мере трудоёмкость и вероятность ошибок в расчёте в силу человеческого фактора.

Таким образом, все учтенные сложности привели к потребности в разработке автоматизированного расчёта и выбора уставок РЗА и её полной автоматизации. Этому вопросу было уделено большое внимание в публикациях отечественных и зарубежных авторов.

В обзор вошли 16 программных продуктов, позволяющих автоматизировать решение различных задач при проектировании систем релейной защиты подстанции (расчет токов КЗ, выбор уставок, согласование защит). Исходя из анализа программных комплексов, следует выделить КПО, разработанное исследовательским центром ООО «ИЦ «Бреслер», именуемое «ПАРУС РЗА+» [1], предназначенное для производства автоматизированного расчета уставок РЗ электрических подстанций.

Данный комплекс имеет следующие возможности: расчет уставок, проверка чувствительности при выбранной уставке, формирование отчетов расчета и протоколов задания уставок, а также построение характеристик срабатывания.

Тем не менее, данный ПК имеет такие недостатки как времязатратный процесс ввода исходных данных, расчета и вывода информации, что неудобно для пользователя, а также данный ПК является относительно устаревшим, разработка и анонсирование которого было произведено в 2013 году.

### Список литературы

1. Пат. 2013612412 Российская Федерация. «Программа автоматизированного расчета уставок релейной защиты и автоматики» («ПАРУС РЗА»). Заявитель и патентообладатель ОАО «ФСК ЕЭС». – №2012661763; заявл. 27.02.2013; опубл. 29.12.2012.

**Панова Е.А.**, канд. техн. наук, доцент,

**Сабилова Р.Р.**, студент

**Новиков И.В.**, студент

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛЭП 110-220 кВ**

В работе выполнены анализ методов моделирования линии электропередачи для дистанционного определения места повреждения при однофазных коротких замыканиях в сети 110-220 кВ. Обзор показал, что существующие и применяемые на сегодняшний день методы ориентированного основном на сети энергосистем. Системы электроснабжения промышленных предприятий характеризуются рядом специфических особенностей, которые не позволяют использовать данные методы. Таким относятся преобладание разомкнутых участков над замкнутыми и сравнительно как малая длина линии электропередачи 110 220 киловольт.

В сети 110 -220 кВ системы электроснабжения промышленного предприятия ЛЭП достаточно редко выполняются транспонированными. Это вносит несимметрию в сопротивление линии и делает невозможным использование метода симметричных составляющих для расчета параметров режима однофазного короткого замыкания, основанного на предположении, что все элементы схемы замещения являются симметричными. Метод фазных координат позволяет учесть возможную несимметрию сопротивления ЛЭП, обусловленную несимметричным расположением проводов и тросов на опоре, но данный метод является трудоемки при расчете всей схемы электроснабжения. В работе была предложена комбинированная схема замещения линии электропередачи, основанная на сочетании метода фазных координат и метода симметричных составляющих

Была выполнена серия расчетов удельных электрических параметров линий электропередачи различной конфигурации на основе справочных данных, с использованием руководящих указаний (РУ11), а также на базе предложенной схемы замещения. Значимое отличие комбинированная схема замещения ЛЭП дает для линий электропередачи с одним либо двумя грозозащитными тросами. Электрические параметры линии электропередачи без грозозащитного троса допускается считать по схеме замещения в соответствии с руководящим указаниям.

### Список литературы

1. Panova E. A., Sabirova R. R. and Novikov I. V. "Specified Model of a Double-Circuit Transmission Line with Two Ground Wires for Calculating a Single-Phase Short Circuit Current in a Network with an Effectively Grounded Neutral," 2022 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russian Federation, 2022, pp. 767-771, doi: 10.1109/RusAutoCon54946.2022.9896349.

6. Панова Е.А. Комбинированная схема замещения одноцепной ЛЭП // Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 17–18 марта 2021 года. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2021. С. 48-52.

**Черепанов В.В.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Торопова А.К.**, аспирант, инженер-исследователь  
ФГБОУ ВО «ВятГУ», г. Киров, РФ

## **ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ГЛАВНОГО ПРИВОДА ВОСЬМИФУТОВОГО ЛУЩИЛЬНОГО СТАНКА**

В настоящее время в системах электроснабжения современных деревообрабатывающих предприятий увеличивается количество электроприемников, способных оказать существенное влияние на качество электрической энергии. Одним из таких агрегатов является лущильный станок, который работает совместно с вентильным преобразователем. Лущильный станок применяется в процессе производства фанеры для получения тонкой поперечной стружки из заранее обработанных и подготовленных бревен [1].

Электрическая нагрузка станка изменяется случайным образом и носит резкопеременный характер. Главный привод механизма – двигатель постоянного тока в процессе эксплуатации подвергается воздействию таких случайных факторов как наличие сучков в заготовке, различие плотности древесины и др, что может оказать влияние на нагрузку электродвигателей. Рабочий цикл станка чередуется с циклом холостого хода, двигатель главного привода постоянно нагружен и в течение цикла не отключается. Как показали исследования длительность цикла в среднем составляет 10 секунд, холостого хода – 4 секунд, рабочего режима – 6 секунд. Установлено, что в среднем за цикл работы происходит 23 колебаний электрической нагрузки, в минуту – 136. Таким образом работа лущильного станка приводит к возникновению колебаний напряжения и появлению фликера.

Потребляемый лущильным станком ток имеет несинусоидальную форму и содержит как канонические, так и аномальные гармоники в спектральном составе. Следовательно данный электроприемник способен привести к появлению несинусоидальности в электрической сети фанерного производства и негативно повлиять на работу других электроприемников. В ходе исследования получены максимальные и минимальные значения, математическое ожидание и среднеквадратичное отклонение для тока каждой гармоники, которые в дальнейшем можно использовать при разработке методики расчета несинусоидального режима.

Полученные результаты подтверждают необходимость производить расчет колебаний напряжения и несинусоидального режима сети, питающей лущильное производство, и могут быть использованы при проектировании систем электроснабжения фанерных производств.

### **Список литературы**

1. Глебов И.Т. Оборудование для производства и обработки фанеры: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2013. 287 с.

**Патшин Н.Т.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Балакин И.В.**, студент-магистр,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 0,4÷10 кВ

Повышение энергоэффективности, сокращение технологических потерь электрической энергии и преодоление тенденции старения электросетевого оборудования путём модернизации, реконструкции и технического перевооружения являются одними из основных задач Единой технической политики в электросетевом комплексе ПАО «Россети».



Из годового отчета ПАО за 2021 г. Россети следует, что потери электрической энергии в 2021 году составили 67,5 млрд кВт\*ч, что составляет **8,58%** от объёма всей переданной энергии. В то время как относительные потери электроэнергии в промышленно развитых странах находятся в диапазоне (2÷7) %, в т.ч. Германия - 3,9%, США-5,9%. Анализ структуры технологических потерь электрической энергии показывает, что самая значи-

мая доля приходится на потери в линиях и трансформаторах.

Предварительный выполненный анализ показывает, что перспективными направлениями повышения энергоэффективности распределительных сетей 0,4-10 кВ являются как внедрение новых разработок, в частности силовых трансформаторов с сердечниками из аморфной стали, трансформаторов с симметрирующими устройствами, так и использование известных технологий из сферы электрических сетей с нагрузкой промышленных предприятий в сферу электрических сетей 0,4÷10 кВ с преимущественно коммунально-бытовой нагрузкой, ранее считавшихся экономически нецелесообразными, например, использование средств компенсации реактивной мощности, переход распределительных сетей на более высокие напряжения.

В этой связи представляется важным выполнить анализ и дать оценку энергоэффективности внедрения существующих и перспективных разработок технических средств в практику проектирования, модернизации и реконструкции распределительных сетей 0,4 – 10 кВ.

**Ляхомский А.В.**, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры ЭЭГП,  
**Кутепов А.Г.**, канд. техн. наук, доцент и.о. зав. кафедры ЭЭГП,  
**Перфильева Е.Н.**, канд. техн. наук, доцент кафедры ЭЭГП,  
**Шадрин А.А.**, аспирант кафедры ЭЭГП,  
Университет науки и технологий МИСИС, г. Москва, РФ

## **АНАЛИЗ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

Затраты на энергетические ресурсы составляют значительную долю в себестоимости продукции предприятий отраслей минерально-сырьевого комплекса: угольной – 15-20%, горнорудной – 20-30%, цементной – 30-45%. В свою очередь, основные производственные процессы потребляют 75-85% энергетических ресурсов предприятия. В связи с этим повышения энергоэффективности производственных процессов является актуальной задачей.

В настоящее время проводимый анализ энерготехнологической результативности не учитывает вероятностного характера процесса энергопотребления.

Разработана методика и приведен анализ энерготехнологической результативности добычных работ предприятия с открытой разработкой угля.

Анализ учитывает требования по охвату энерготехнологических параметров (объемов работ, полного и удельного энергопотребления) как случайных величин и базируется на вероятно-статистических методах. Анализ обеспечивает требование адресности анализа по сменам, участкам – для последующей оценки энерготехнологической результативности работы персонала для повышения энергетической эффективности.

Анализ включает определение дифференциальных и интегральных распределений вероятности – количества смен, суток в %, работающих в определенном диапазоне объемов выемочно-погрузочных работ.

В результате устанавливается число смен, суток в месяц, работающих со средневзвешенным объемом работ ниже или выше среднесменного/среднесуточного объема работ горного участка.

Вместе с этим определяется вероятность – количество смен, суток в %, работающих в определенном диапазоне полного и удельного энергопотребления с последующей оценкой, относительно средних значений полного и удельного энергопотребления.

Энерготехнологический анализ позволяет оценивать резерв для повышения объемов работ, приводящий к повышению энергетической эффективности за счет условно-постоянных затрат.



**Бузруков Р.И.**, канд. с.-х. наук, доц.

**Жабборов С.С.**, студент

Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина в городе Ташкенте,  
г. Ташкент, Узбекистан

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ В ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ШАХТЫ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Гравитационная энергия – один из неисчерпаемых видов энергий, освоением которого ученые и инженеры стали заниматься относительно недавно. Перспективы развития данной отрасли в энергетике весьма большие. Гравитационный генератор – устройство, преобразующее потенциальную энергию груза в электрическую за счет воздействия гравитации [1].

Предлагается внедрить гравитационные генераторы в вертикальные шахты, вышедшие из процесса добычи полезных ископаемых. Решением данной проблемы в настоящее время занимается компания «Gravitricity».

Сама станция будет состоять из рабочего груза и гравитационного генератора, которые устанавливаются на поверхности земли. В качестве рабочего груза можно использовать многотонные блоки из переработанного бетона или строительного мусора.

Коэффициент полезного действия (КПД) устройства отличается от привычного определения КПД механизмов и составляет 85-95%. КПД гравитационных станций определяется формулой (1):

$$\eta = \frac{A_{\text{выр}}}{A_{\text{отп}}} \cdot 100\%, \#(1)$$

где  $\eta$  – коэффициент полезного действия, %;

$A_{\text{выр}}$  – вырабатываемая электроэнергия, Дж;

$A_{\text{отп}}$  – энергия, отправленная потребителю, Дж.

А объем вырабатываемой энергии определяется формулой (2):

$$A_{\text{выр}} = k \cdot mgh, \#(2)$$

где  $k$  – коэффициент потерь энергии;

$m$  – масса рабочего груза, кг;

$h$  – глубина скважины, м.

Внедрение гравитационных генераторов решит сразу несколько проблем таких, как нехватка электроэнергии, активизация вертикальных шахт, вышедших из процесса добычи и закрытые, и постепенный переход к «зеленой энергетике».

### Список литературы

1. Гравитационный генератор механической энергии // Патент России № 2014131572 А. 2016. Бюл. № 05. / Иовин Н.В., Дуриш Е.Н.

2. Жабборов С.С. Выработка электроэнергии путем применения гравитационного генератора // Современные проблемы физики, энергетики и теплотехники, 2022. №1. С. 74-75.

## Секция «Математическое и программное обеспечение»

УДК 004.93

Логунова О.С., д-р техн. наук, профессор,

Наркевич М.Ю., канд. техн. наук, доцент,

Корниенко В.Д., аспирант

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О ТЕХНИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА

В июле 2021 года заключен договор о сотрудничестве ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» и ПАО «ММК» по построению системы принятия решений о техническом состоянии опасного производственного объекта. Инструментом для сбора информации в этой системе является беспилотный летательный аппарат и полученная информация передается в базу данных для последующей обработки [1, 2]. Концепция построения системы приведена на рисунке.



Концепция построения системы

Разработка концепции системы предопределило наличие и место базы данных, роли пользователей системы, функции участников системы и отчетные формы для разработки. В настоящее время система проходит этап общей сборки и согласования входных и выходных данных.

#### Список литературы

1. Интеллектуальная система принятия решений при оценке качества зданий и наличии на опасных производственных объектах: определение траектории движения беспилотного летательного аппарата / М.Ю. Наркевич, О. С. Логунова, В. Д. Корниенко [и др.] // Вестник Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. – 2022. Т. 20. № 1. С. 50-60.

2. Прикладная цифровая платформа для оценки динамики качества опасных производственных объектов на металлургическом предприятии: структура и алгоритмы / М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова, М. Б. Аркулис [и др.] // Вестник Череповец. гос. ун-та. 2022. № 5(110). С. 29-48.

**Кабанова В.В.**, студент,  
**Логунова О.С.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Наркевич М.Ю.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Корниенко В.Д.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ НАРУШЕНИЙ ЦЕЛОСТНОСТИ МЕЖПАНЕЛЬНЫХ ШВОВ ЗДАНИЯ**

Интеллектуальные системы для экспертной оценки визуальных дефектов на объектах исследования разрабатываются для промышленных предприятий с целью автоматизации процесса оценки состояния объектов: кирпичных и панельных зданий, дорог, труб, крыш зданий [1-2]. Визуальными дефектами и опасными объектами для жизни человека являются трещины, сколы, обледенения, ржавчина и иные разрушения, способные привести к авариям.

Программный модуль для выявления и оценки нарушений целостности межпанельных швов здания реализован на языке программирования C++ с использованием библиотеки алгоритмов компьютерного зрения OpenCV. Базовым алгоритмом является метод Хафа для поиска линий, после работы которого применяются вспомогательные разработанные алгоритмы: группировка линий, построение прямоугольников-швов, обнаружение линий-разрушений, объединение обнаруженных линий-разрушений для исключения повторного подсчёта площади, построение прямоугольников, определяющих место разрушения, подсчёт площади межпанельных швов здания, подсчёт площади разрушений.

Входными данными для работы программного модуля являются изображения зданий, снятых на беспилотный летательный аппарат или фотоаппарат с соблюдением параллельности объекта исследования и камеры. Результатом работы модуля является изображение с выделенными межпанельными швами здания, изображение с обнаруженными разрушениями на швах, текстовый или табличный файл с фактом наличия разрушений и процентной долей разрушений.

Тестирование работы модуля на выборке изображений панельных зданий, расположенных на территории ПАО «ММК».

### **Список литературы**

1. Прикладная цифровая платформа для оценки динамики качества опасных производственных объектов на металлургическом предприятии: структура и алгоритмы / М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова, М. Б. Аркулис [и др.] // Вестник Череповецкого государственного университета. 2022. № 5(110). С. 29-48.
2. Интеллектуальная система принятия решений при оценке качества зданий и сооружений на опасных производственных объектах: определение траектории движения беспилотного летательного аппарата / М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова, В. Д. Корниенко [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2022. Т. 20. № 1. С. 50-60.

**Шекшеев М.А.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Зарецкий М.В.**, старший преподаватель,  
**Михайлицын С.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Кайгородов Г.А.**, магистрант  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИНОКУЛИРУЮЩИХ ДОБАВОК ПРИ СВАРКЕ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ**

При разработке новых сварочных материалов, таких как покрытые электродами и порошковые проволоки, важно научно-техническое обоснование выбора их рецептуры [1]. Номенклатура применяемых компонентов широка и включает следующие основные группы: шлако- и газообразующие, легирующие, раскисляющие, связующие и др. В дополнение к основным компонентам можно добавить еще одну группу – инокулирующие компоненты.

Применение тугоплавких инокуляторов при сварке и/или наплавке железоуглеродистых сплавов, позволяет улучшить структуру наплавленного металла и его механические свойства [2,3]. Однако возникает необходимость обоснованного выбора параметров тугоплавких частиц, таких как критический радиус и диаметр. Если частица будет меньше критического размера, то не сможет обеспечить инокулирующий эффект в расплаве сварочной ванны.

Для решения обозначенной проблемы была разработана программа, которая позволяет производить автоматизированный расчет параметров тугоплавких частиц в зависимости от химического состава свариваемого железоуглеродистого сплава. Помимо основных параметров программа позволяет получать другие физико-химические параметры рассматриваемого сплава, такие как поверхностное натяжение на границе с газом, молярную массу и др.

Программа написана на языке программирования Python. Интуитивно понятный интерфейс разработан с помощью средств программного пакета tkinter. Кроме того, для упрощения и ускорения вычислений используются средства программного пакета NumPy. В программе предусмотрен контроль корректности задания исходных данных.

### Список литературы

1. Особенности структуры и свойства сварных швов трубной стали, выполненных электродами различных марок / Зверева И.Н., Картунов А.Д. и др. // Сварочное производство. 2017. № 11. С. 37-40.
2. Исследование влияния шлаковой системы покрытых электродов на эффективность инокулирования металла сварочной ванны низкоуглеродистой стали / Шекшеев М.А., Михайлицын С.В. и др. // Черные металлы. 2022. № 5. С. 68-73.
3. Инокулирование сварочной ванны низкоуглеродистой стали ультрадисперсными тугоплавкими компонентами / Шекшеев М.А., Полякова М.А. и др. // Металлург. 2022. № 12. С. 63-68.

*При участии Поляковой М.А., д-ра техн. наук, профессора каф. ТОМ, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ*

**Злыдарев Н.В.**, студ. каф. ВТиП,  
**Тюлюмов А.Н.**, студ. каф. ВТиП,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ И СОЗДАНИЕ ОТДЕЛЬНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПОИСКА ТИПОВЫХ ОБЪЕКТОВ**

Основной задачей исследования является анализ методик и алгоритмов созданных для поиска типовых объектов на изображении. В данный момент времени специалисты, в сфере промышленной безопасности, встречаются с рядом трудностей связанных с обнаружением дефектов, а также полного отсутствия типовых элементов. Ввиду широкого охвата проблемы поиска типовых объектов существуют различные решения. Они подразделяются на два основных типа, обнаружение при помощи человека и посредством технических и программных решений. Оба варианта имеют свои преимущества и недостатки. При этом стоит отметить, что человек сразу идентифицирует дефекты или полное отсутствие объектов. При обнаружении с помощью технических устройств снижаются временные затраты, риски получения травм, но при этом требуются программные решения для распознавания объектов. В статье [1] приведено описание решения для поиска предметов на изображении с помощью яркостных признаков. Данный метод использует шаблон, который создается по обучаемой выборке. В работе [2] поднята тема обнаружения и слежения за объектами при помощи компьютерного зрения опираясь на информацию о цвете. В выше упомянутой статье аргументирован выбор цветовой модели HSV. Разобран метод создания целевой области в цветовом пространстве при помощи указаний человека. В статье [3] рассматривается решение задачи поиска объектов на аэрофотоснимках земных сцен, сделанных в различных спектральных диапазонах. Приведена процедура сопоставления эталона с текущим изображением, которая основана на анализе полей градиентов яркости. В работах [4] предлагается новый инструмент для получения информации о состоянии поверхности ограждающих конструкций зданий и сооружений на промышленном предприятии. В результате исследования, выявлены особенности наиболее распространенных решений проблемы поиска типовых объектов. Разработан оптимальный алгоритм для поиска типовых объектов с учетом всех выявленных достоинств и недостатков аналогов. Предложенное решение имеет высокую точность и относительно низкие временные затраты на обработку изображения.

### Список литературы

1. Карпова Е. Д. Выбор алгоритма детектирования объектов на изображении для решения задачи поиска туристических объектов на фотографиях // Перспективные информационные технологии: труды Международной научно-технической конференции, Самара, 26–28 апреля 2016 года. Самара: Самарский научный центр РАН, 2016. С. 256-259.
2. Артемов А. А., Кавалеров М. В., Кузнецов Г. С. Проблема поиска объектов на изображениях с помощью компьютерного зрения на основе информации о цвете // Вестник Пермского государственного технического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2011. № 5. С. 70–79.

3. Блохинов Ю. Б., Чернявский А. С. Поиск трехмерных объектов на изображениях на основе динамически формируемых контурных эталонов // Механика, управление и информатика. 2012. № 2(8). С. 181–188.

4. Интеллектуальная система принятия решений при оценке качества зданий и сооружений на опасных производственных объектах: определение траектории движения беспилотного летательного аппарата / М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова, В. Д. Корниенко [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2022. Т. 20. № 1. С. 50-60.

5. Представление и визуализация результатов научных исследований: учебник / О. С. Логунова, П. Ю. Романов, Л. Г. Егорова, Е. А. Ильина. Москва: Издательский Дом «Инфра-М», 2019. 156 с.

*Работа выполняется под руководством д-ра техн. наук, профессора Логуновой О.С. и канд. техн. наук, доцента Наркевича М.Ю.*

УДК 004.932.72

**Тюлюмов А.Н.**, студ. каф. ВТиП,

**Злыдарев Н.В.**, студ. каф. ВТиП,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОБНАРУЖЕНИЕ РАССЛОЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ**

На сегодняшний день многие крупные здания на заводах и фабриках имеют различные дефекты, которые ухудшают работу предприятия. Один из таких дефектов это расслоение лакокрасочного покрытия на производственных сооружениях. Основной задачей является разработка программы, которая будет выявлять такие дефекты, далее рассмотрены готовые решения таких программ для выявления преимуществ и недостатков.

Проблема обнаружения структурных дефектов в покрытиях стала актуальной темой на производстве. Существует множество решений на эту тему. Для поиска дефекта на изображении, метод, описанный в статье [1], использует характерную цветовую гамму и геометрическую форму дефекта. Метод использует диапазон цветов, который пользователь задает самостоятельно, чтобы находить дефекты лакокрасочного покрытия. Недостатком данной методики является некорректная работа программы с определенным типом изображений.

В работе [2] рассматривается задача определения дефектов трубопровода. Изобретение относится к области трубопроводного транспорта. Технический результат - повышение помехозащищенности и достоверности. Сущность способа обнаружения дефектов трубопровода и несанкционированных врезок в трубопровод заключается в измерении вектора магнитной индукции над трубопроводом с одновременным перемещением датчика вдоль трубопровода. Выявляют участок с дефектом, причем измеряют только вертикальную составляющую вектора магнитной индукции, измерения проводят непрерывно в процессе



Пример работы программного продукта

перемещения датчика (см. рисунок). При этом измеряют градиент вертикального вектора магнитной индукции и производят запись считываемой магнитограммы в соответствии с изменением координат, получаемых от встроенного модуля глобального позиционирования, на твердотельную память.

В результате проделанной работы мы выяснили, что тема обнаружения дефектов достаточно актуальна. Мы рассмотрели готовые решения, в которых были найдены свои преимущества и недостатки. При создании своего программного продукта необходимо будет их учесть.

#### Список литературы

1. Нехороших С.А., Востров А. В., Курочкин Л. М. Распознавание объектов для решения задачи их сортировки мобильным роботом Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. 2019. Т. 12–1. С. 104–107.

2. Блощинский В.Д., Шалобанов С.В. Поиск параметрических дефектов в непрерывных динамических объектах с помощью настраиваемых моделей на фильтрах Лагерра // Информационные технологии XXI века : Сборник научных трудов / Отв. ред. В.В. Воронин. Хабаровск : Тихоокеанский государственный университет, 2018. С. 151–159.

3. Балеев И. А. Распознавание дефектов на металлических сплавах с помощью алгоритмов компьютерного зрения OpenCV // XXV Региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области: Сборник материалов конференции, Волгоград, 24–27 ноября 2020 года. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2021. С. 177–178.

4. Мониторинг состояния зданий и сооружений с помощью беспилотных летательных аппаратов: результаты пилотного эксперимента / М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова, В. Д. Корниенко [и др.] // Программное обеспечение для цифровизации предприятий и организаций: Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, Магнитогорск, 14–16 июня 2021 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. С. 33-37.

5. Еремеев С.В., Романов С. А. Алгоритм сегментации изображений на основе персистентной гомологии для решения задач поиска дефектов // Известия Юго-Западного государственного университета. 2020. Т. 24. № 1. С. 144-158.

*Работа выполняется под руководством д-ра техн. наук, профессора Логуновой О.С. и канд. техн. наук, доцента Наркевича М.Ю.*

**Солончак И.П.**, студ. каф. ВТиП,  
**Петручок А.Н.**, студ. каф. ВТиП,  
**Иванов А.А.**, студ. каф. ВТиП,  
**Гладышева К.С.**, студ. каф. ВТиП,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СТАЖИРОВКИ МОЛОДЫХ РАБОТНИКОВ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

В настоящее время на промышленном предприятии существуют правила и определенные требования для молодых работников, имеющих стаж работы в производственном структурном подразделении менее года. При приеме на работу в первую очередь проверяют работника на склонность к риску и виктимность [1, 2].

Важную роль для успешного прохождения стажировки молодым работником предприятия в соответствии с производственными условиями и квалификацией принятого работника назначается наставник. Обучение молодого работника наставником длится 12 месяцев. Исходя из условий труда наставник осуществляет следующую деятельность:

- определяет работы, к которым можно допустить молодого рабочего;
- ведет постоянный контроль за молодым рабочим;
- ведет план обучения рабочего и фиксирует его результаты;
- 1 раз в месяц оценивает рабочего по критериям безопасности;
- доводит до молодого рабочего задачи и организует его взаимодействие внутри коллектива;
- корректирует работу молодого рабочего;
- отчитывается перед мастером и бригадиром о проделанной работе и работе молодого рабочего.

Не каждый человек может быть наставником. Наставник должен обладать определенными качествами и иметь предрасположенность к наставничеству. В связи с этим разработан тест выявления компетенций наставника, который состоит из 13 вопросов и помогает определить предрасположенность работника к наставничеству. Результаты тестирования позволяют выявить сильные и слабые стороны наставника. Разработанные программные продукты позволяют облегчить адаптацию молодых работников предприятий и сделать производственный процесс более эффективным.

### Список литературы

1. Выявление виктимного поведения у сотрудников промышленного предприятия с помощью тестирования / Петручок А.Н., Гладышева К.С., Солончак И.П., Иванов А.А. // *Ab ovo...*(С самого начала...). Сборник научных трудов. Магнитогорск, 2022. С. 24-29.
2. Культурно-свободный тест на интеллект (CFIT) / А.А. Иванов, И.П. Солончак, М.М. Гладышева, А.Н. Петручок // *Ab ovo...*(С самого начала...). Сборник научных трудов. Магнитогорск, 2022. С. 58-61.



**Солончак И.П.**, студ. каф. ВТиП,  
**Петручок А.Н.**, студ. каф. ВТиП,  
**Иванов А.А.**, студ. каф. ВТиП,  
**Гладышева К.С.**, студ. каф. ВТиП,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АДАПТАЦИЯ МОЛОДЫХ РАБОТНИКОВ: ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Адаптация работников – это одна из составляющих системы управления персоналом. Важной особенностью адаптации молодых работников на любом предприятии является овладение им не только профессиональным опытом по специальности. Новому сотруднику нужно время, чтобы привыкнуть к ритму и интенсивности работы, что является психологической адаптацией. Социально-психологическая адаптация позволяет молодому работнику стать равноправной частью коллектива, а организационная адаптация помогает молодому работнику воспринимать новые правила и тем самым с легкостью овладеть профессиональными знаниями, умениями и навыками. Одним из инструментов адаптации на промышленном предприятии является входной контроль молодых работников, включающий в себя два теста - тест на виктимность, тест на интеллект.

Тест на виктимность подразумевает на выявление у работника склонности к риску и быть жертвой несчастного случая [1]. Для этого было разработано ПО, в котором учтена психодиагностическая методика, направленная на анализ психологической реальности. Тест-опросник, состоящий из 86 вопросов, дает возможность определить кто из молодых работников подвержен травмам на производстве. Тестирование на интеллект дает возможность оценить общую способность человека мыслить логически, решать пространственные задачи. Для этого был разработан культурно-свободный тест на интеллект (CFIT), который применяется как для индивидуального, так и для группового обследования молодых работников предприятий.

Если в тесте на виктимность молодой работник отвечает на вопросы и выбирает один из ответов «да» или «нет», то в тесте на интеллект нужно из четырех предлагаемых рисунков выбрать только один, опираясь на логику и пространственное мышление. Тем самым проверяют уровень IQ, который непосредственно влияет на сложные профессиональные вопросы и задачи.

### Список литературы

1. Выявление виктимного поведения у сотрудников промышленного предприятия с помощью тестирования / А.Н. Петручок, К.С. Гладышева, И.П. Солончак, А.А. Иванов // *Ab ovo...*(С самого начала...). Сборник научных трудов. Магнитогорск, 2022. С. 24-29.
2. Культурно-свободный тест на интеллект (CFIT)/ А.А. Иванов, И.П. Солончак, М.М. Гладышева, А.Н. Петручок // *Ab ovo...*(С самого начала...). Сборник научных трудов. Магнитогорск, 2022. С. 58-61.

**Солончак И.П.**, студ. каф. ВТиП,  
**Петручок А.Н.**, студ. каф. ВТиП,  
**Иванов А.А.**, студ. каф. ВТиП,  
**Гладышева К.С.**, студ. каф. ВТиП,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ВИКТИМНОГО ПОВЕДЕНИЯ РАБОТНИКА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Несмотря на то, что производственные процессы в основном автоматизированы, виктимное поведение работников в нынешнее время может иметь значительное влияние на работу предприятия. Виктимное поведение – это поведение, которое может быть нежелательным для предприятия. Включает в себя такие проявления, как неправильное использование средств производства, пропуски сроков и несоблюдение стандартов безопасности.

Для выявления виктимного поведения работников на промышленном предприятии необходимо провести проверку процесса, чтобы обнаружить признаки неправильного использования средств производства или нарушения безопасности. Для этого могут использоваться различные инструменты, такие как мониторинг производственных процессов, прослушивание интервью и обследование сотрудников.

Чтобы предотвратить или исправить виктимное поведение, необходимо обеспечить понимание правил и процедур предприятия среди всего персонала. Это можно сделать, проведя учебные сессии или семинары для всех сотрудников. Кроме того, необходимо предоставить возможность сотрудникам обращаться за помощью, если они чувствуют, что им нужна поддержка.

Одним из важных аспектов при выявлении виктимного поведения у работников на промышленном предприятии являются информационные технологии и программное обеспечение, которое позволяет сократить временные затраты на проведение данной процедуры и сокращение травм на производстве. В связи с этим был разработан культурно-свободный тест на интеллект [1, 2].

Таким образом, выявление и исправление виктимного поведения работников на промышленном предприятии может оказать значительное влияние на эффективность производства и в целом улучшить работу предприятия.

### **Список литературы**

1. Выявление виктимного поведения у сотрудников промышленного предприятия с помощью тестирования / А.Н. Петручок, К.С. Гладышева, И.П. Солончак, А.А. Иванов // *Ab ovo...*(С самого начала...). Сборник научных трудов. Магнитогорск, 2022. С. 24-29.
2. Культурно-свободный тест на интеллект (CFIT)/ А.А. Иванов, И.П. Солончак, М.М. Гладышева, А.Н. Петручок // *Ab ovo...*(С самого начала...). Сборник научных трудов. Магнитогорск, 2022. С. 58-61.

**Воробьев А.П.**, студ. каф. ВТиП,  
**Кольба Ю.Ю.**, студ. каф. ВТиП,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА МЕНТАЛЬНОЙ КАРТЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Метод организации идей, задач, концепций и любой другой информации можно представить в виде ментальной карты. В центре всех ментальных карт — главная идея. От нее отходят ключевые мысли, которые можно делить на подпункты до тех пор, пока вы не структурируете всю информацию [1].

Назначением данного ПО для участия в научно-технической конференции является дистанционный доступ к регистрации, подаче работы, просмотру новостей, статей и специалистов [2].

Для программного обеспечения была создана ментальная карта, ознакомиться с ней можно на рисунке.



### **Ментальная карта программного обеспечения**

Работа пользователя с ПО включает в себя: просмотр новостей и главной информации о конференции, подача заявки на участие, просмотр работ, специалистов и организаторов, личный кабинет с информацией о себе, итоги проведения конференции.

Таким образом, представлена ментальная карта ПО для проведения научно-технической конференции на промышленном предприятии.

### **Список литературы**

1. Космацкий Я.И., Фокин Н.В. Математическое моделирование совмещенного процесса разливки и бокового прессования // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. 2015. Т. 15. № 1. С. 29-33. EDN TRPHDF.
2. Формирование исследовательских компетенций обучающихся в процессе непрерывного профессионального образования / М.М. Гладышева, Е.А. Ильина, А.В. Польщиков, С.С. Колосок, Е.А. Пыхова // Отчет о НИР № П2565 от 25.11.2009 (Федеральное агенство по образованию)

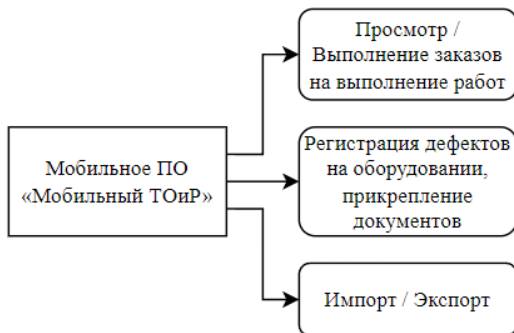
**Воробьев А.П.**, студ. каф. ВТиП,  
**Кольба Ю.Ю.**, студ. каф. ВТиП,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МОДУЛИ МОБИЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА НА ПАО «ММК»**

На сегодняшний день на ПАО «ММК» функционирует автоматизированная система выдачи нарядов на ремонт и обслуживание. Система предназначена для руководителей, а также компетентных работников предприятия. Однако такая система не является портативным решением и не позволяет работникам оперативно зарегистрировать неисправности оборудования и ознакомиться с дополнительной информацией по существующим назначениям на ремонт обнаруженного дефекта. Для более эффективной работы по выполнению технического обслуживания и ремонта активов необходимо разработать мобильную автоматизированную систему управления ТОиР[2] (техническое обслуживание и ремонт) [1].

Назначением данного мобильного ПО является оперативное уведомление сотрудников о ремонтах на оборудовании, возможность их выполнения. А также регистрация дефектов на оборудовании.

Программное обеспечение содержит следующие модули, представленные на рисунке.



### **Модули мобильного программного обеспечения**

Работа пользователя с мобильным ПО включает в себя: импорт листа заданий, выполнение операций, маршрутов, регистрация дефектов, прикрепление документов о проделанной работе, экспорт выполненных работ.

Таким образом, представлены модули мобильного ПО для технического обслуживания и ремонта на ПАО «ММК».

### **Список литературы**

1. Космацкий Я.И., Фокин Н.В. Математическое моделирование совмещенного процесса разливки и бокового прессования // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. 2015. Т. 15. № 1. С. 29-33. EDN TRPHDF.

**Ершов А.А.**, студент

**Климов С.С.**, студент

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОБНАРУЖЕНИЕ И ВЫВОД КОНТУРОВ ОБЛЕДЕНЕНИЙ НА КРЫШЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Целью исследования являлось определение возможных способов сегментации и распознавания изображений опасных производственных объектов при обнаружении обледенений на их поверхности. Выявлено, что современные методы позволяют привести задачу к распознаванию объектов нерегулярной формы со случайным местом расположения. Для решения таких задач применимы методы на основе центров масс сегментов по графам Делоне и нормализованные матрицы Лапласа, на основе информации о цвете и нейросетевые технологии.

### Список литературы

1. Шнайдер А.С. Детектирование объектов на изображениях на примере модели YOLO // Труды молодых ученых Алтайского государственного университета. 2018. № 15. С. 358–361. EDN YXGLWP.

2. Чеботарева Е.Н., Аксенов С.В. Поиск и обнаружение объектов на растровом изображении по заданному образцу // Молодежь и современные информационные технологии: Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 13–16 ноября 2013 года. Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2013. С. 415–416. EDN SARSSD.

3. Представление и визуализация результатов научных исследований: учебник / О. С. Логунова, П.Ю. Романов, Л.Г. Егорова, Е.А. Ильина. Москва: Издательский Дом "Инфра-М", 2019.– 156с.–ISBN 978-5-16-014111-4. EDN VQBEZC.

4. Поиск объектов на изображениях с использованием структурного дескриптора на основе графов / А.А. Захаров, А.Е. Баринов, А.Л. Жизняков, В.С. Титов // Компьютерная оптика. 2018. Т. 42. № 2. С. 283–290. EDN OTARNL.

5. Патент № 2778906 С1 Российская Федерация, МПК G06T 5/50, G06K 9/46. Способ автоматического распознавания сцен и объектов на изображении: № 2021107871: заявл. 23.03.2021; опубл. 29.08.2022 / В.А. Тупиков, В.А. Павлова, С.Н. Крюков, В.А. Бондаренко; заявитель Акционерное общество Научно-производственное предприятие "Авиационная и Морская электроника". EDN OVGQRA.

*Работа выполняется под руководством д-ра техн. наук, профессора Логуновой О.С. и канд. техн. наук, доцента Наркевича М.Ю.*

**Злыдарев Н.В.**, студ. каф. ВТиП,  
**Тюлюмов А.Н.**, студ. каф. ВТиП,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА И ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЕФЕКТОВ НА ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Назначением данного ПО для поиска и идентификации дефектов на зданиях и сооружениях промышленных предприятий является удобное представление информации о состоянии объекта, насколько повреждено лакокрасочное покрытие, с установлением площади повреждения, или установить количество типовых

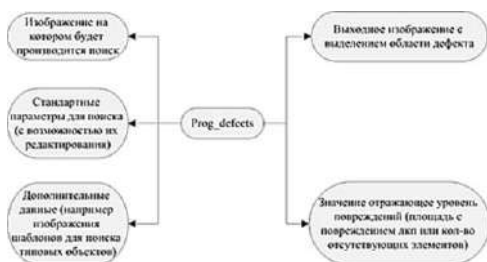


Рис. 1. Ментальная карта программного обеспечения

предметов, с возможностью их подсчета и выделения на изображениях [1,2]. Для программного обеспечения была создана ментальная карта входной и выходной информации ознакомится с ней можно на рисунке. Условно-постоянной входной информацией в программном обеспечении нет, переменная входная информация

включает в себя: входное изображение, параметры для поиска, изображения шаблонов типовых объектов. Переменная выходная информация включает: обработанное изображение, показатель повреждения.

*Работа выполняется по договору №247715 от 05.07.2021 г. Между ПАО «ММК» и ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» «Разработка и применение методик контроля территорий, зданий и сооружений ПАО «ММК» с использованием беспилотных воздушных судов (БВС)»*

### Список литературы

1. Интеллектуальная система принятия решений при оценке качества зданий и сооружений на опасных производственных объектах: определение траектории движения беспилотного летательного аппарата / Наркевич М. Ю., Логунова О. С., Корниенко В. Д. [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2022. Т. 20. № 1. С. 50-60.

2. Представление и визуализация результатов научных исследований: учебник / Логунова О. С., Романов П. Ю., Егорова Л. Г. [и др]. Москва: Издательский Дом "Инфра-М", 2019. 156 с.

*Работа выполняется под руководством д-ра техн. наук, профессора Логуновой О.С.*

**Леднов А.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Афиркина Е.А.**, студент  
НФ НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк, РФ

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ПОСТА ВЕСОВОГО КОНТРОЛЯ**

Определение точного веса поступающего груза, а также между цеховыми перевозками всегда будет актуальным вопросом. Приемка груза по теоретическому, приблизительному весу может обернуться для предприятия большими убытками, а отправление товара потребителю по весу «на глаз» может негативно отразиться на репутации предприятия.

В настоящее время наряду с автоматизированными железнодорожными весами широко используются механические железнодорожные весы. Погрешность при взвешивании составляет 0,1%, для сравнения, весы автоматизированные динамические имеют погрешность 0,5%, автоматизированные статические – 0,2%. Механические весы не подвержены сбоям, возникающим по причине перепада напряжения, позднего запуска весов, не соблюдению скоростного режима машинистом тепловоза, резкому торможению состава. Ряд преимуществ перед автоматизированными весами очевиден. Главным недостатком является отсутствие возможности автоматической передачи данных в системы управления.

Для решения обозначенной проблемы было разработано программно-аппаратное решение. Аппаратное решение представляет из себя IP-камеру, свизированную в область отображения веса. Программное решение состоит из двух компонентов.

- фиксирование оператором факта взвешивания и передача снимка в базу данных системы управления;
- распознавание изображения веса и контроль соответствия ввода данных весовщиком.

Для распознавания изображения было произведено обучение нейронной сети Google Inception v3 на 142 экспериментальных данных. Кластерный анализ показал возможность контроля соответствия распознанных показаний введенным весовщиком данных в пределах 10% погрешности.

### Список литературы

1. Шилов Р.Е., Логунова О.С., Леднов А.В. Методы и алгоритмы сегментации изображения в процессе контроля флотации. Methods and algorithms for segmentation of the image in control flotation process // IEEE 2018 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2018. 2018. С. 1-4. № 8501678
2. Человеко-машинная система насыпной плотности шихтовых материалов дуговой сталеплавильной печи: функция объёмной насыпной плотности и семоформная система / Ошурков В.А., Егорова Л.Г. и др. // Электротехнические системы и комплексы. 2019. № 1 (42). С. 59-66.

**Филиппов А.Ю.**, студент,  
**Логунова О.С.**, д-р техн. наук, профессор  
**Наркевич М.Ю.**, канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ С БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ПРИ КОНТРОЛЕ СОСТОЯНИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

При обследовании зданий и сооружений в последнее десятилетие активно применяются новые технологии, основанные на информации, полученной с помощью беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) [1]. Исходными данными для работы программных модулей (по оценки состояния и динамики качества опасных производственных объектов (далее – ОПО)) служат изображения ОПО, полученные с помощью БПЛА, после применения методики формализации [2]. Для дальнейшего анализа этих изображений необходимо определить их качество. Критерий качества подразумевает наличие/отсутствие посторонних объектов, мешающих работе программным модулям оценки состояния ОПО. Алгоритм программной реализации оценки качества изображений использует гистограмму изображения, отражающую зависимость количества пикселей от их яркости, в качестве объекта анализа. Основным критерием наличия/отсутствия посторонних объектов выступает количество пиков гистограммы – промежутков функции от одной точки перегиба до другой, где изменение характера функции является наиболее выраженным. Алгоритмом производится перевод изображения из RGB цветовой модели в оттенки серого с использованием библиотеки с открытым кодом OpenCV. Далее – построение гистограммы и вычисление локальных максимумов и минимумов её функции. Сравниваются значения полученных минимумов и максимумов. Если разность значений превышает заданный порог, то значение минимума записывается как конец пика. На гистограмме выделяются найденные пики, количество которых отражает наличие/отсутствие посторонних объектов и позволяет сделать вывод о пригодности изображения к дальнейшему анализу программными модулями.

### Список литературы

1. Интеллектуальная система принятия решений при оценке качества зданий и сооружений на опасных производственных объектах: определение траектории движения беспилотного летательного аппарата / Наркевич М.Ю., Логунова О.С., Корниенко В.Д., Калитаев А.Н., Суровцов М.М., Луганская Д.А., Чернышева А.С. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2022. Т. 20. №1. С. 50–60.
2. Прикладная цифровая платформа для оценки динамики качества опасных производственных объектов на металлургическом предприятии: структура и алгоритмы / Наркевич М. Ю., Логунова О. С., Аркулис М. Б., [и др.] // Вестник Череповецкого государственного университета. 2022. № 5 (110). С. 29–48.



**Великанов В. С.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Кожушко Г. Г.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Овчинникова В. А.**, директор Уральской передовой инженерной школы  
 ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»,  
 г. Екатеринбург, РФ

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАК ТРЕНД УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

В настоящее время наблюдается быстрый рост применения цифровых технологий во многих областях человеческой деятельности. В 2018 г. в РФ утверждена национальная программа «Цифровая экономика РФ», цель программы – общесистемное развитие и внедрение цифровых технологий во все области жизни. Термин «Индустрия 4.0» в общем понимании применяется для характеристики новых, передовых и потенциально прорывных технологий, включая полную цифровизацию и искусственный интеллект. Цифровая трансформация в горном деле направлена прежде всего на повышение производительности, ставится задача пятикратного роста производительности труда и повышения не менее чем в 2–3 раза основных показателей уровня промышленной и экологической безопасности. Горная промышленность не стала исключением и находится в процессе внедрения цифровых технологий, автоматизированной и роботизированной техники практически во все технологические процессы гор-



ных работ (рисунок). Повышение производительности и качества модернизации горного оборудования и типовых технологий проведения горных выработок при автоматизации и роботизации технологических процессов возможно при учете технологических, технических и организационных факторов и связей между ними, основанное на непрерывном выявлении и устранении причин, снижающих эффективность функционирования оборудования. В условиях подземных горных работ применение роботизированных

горных машин определяют специфические требования, предъявляемые к системам управления и позиционирования. Чтобы вывести машиниста из кабины техники без ущерба общей производительности машин необходимо контролировать все технологические операции, включая управление движением и рабочим органом машины.

### Список литературы

- Олизаренко В.В., Великанов В.С. Определение производительности одноковшового гусеничного экскаватора с учетом профессиональных навыков машиниста // Добыча, обработка и применение природного камня: Сб. научных трудов. Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2009. С. 85-91.
- Моделирование и оптимизация режимов работы горных машин с использованием среды MATLAB / В. С. Великанов [и др.] // Горный журнал. 2017. № 12. С. 78–81.

**Великанов В.С.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Лукашук А.Д.**, обучающаяся,  
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»,  
г. Екатеринбург, РФ

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫМ НАКЛОННЫМ КАРЬЕРНЫМ ПОДЪЕМНИКОМ**

Одна из наиболее затратных технологических операций в добыче минерально-сырьевых ресурсов – карьерный транспорт, затраты на который составляют до 50% общих затрат. Карьерный транспорт связан как с технологией добычи, так и с формой карьера. Схема и способ вскрытия месторождения полезных ископаемых предусматривает использование определенных видов транспорта. В литературе по открытой геотехнологии, к основным видам карьерного транспорта относят – железнодорожный, автомобильный и конвейерный транспорт, применяемые как самостоятельно, так и в различных комбинациях [1]. Использование автомобильных наклонных карьерных подъемников (АНКП), имеет ряд преимуществ: исключение перегрузки полезного ископаемого, за счет того, что на поверхность карьера поднимается загруженный автосамосвал, который продолжает движение до места разгрузки; существенная экономия дизельного топлива и ресурса автосамосвалов; уменьшение вредного влияния на атмосферу в карьере. Однако имеется и ряд недостатков такого вида транспорта: ограничение по годовой производительности подъемника; техническая реализация подъемника, вследствие применения на карьерах автосамосвалов большой грузоподъемности, а также большая массивность установки. Основной отличительной особенностью управления карьерным автомобильным подъемником, прежде всего, является перемещение карьерного автосамосвала в заданную точку на поверхность, без промежуточного позиционирования по трассе движения, с расположением приводной станции на поверхности карьера. Автосамосвал размещается на грузовой платформе, только после того, как будет реализована функция контроля перегруза платформы. В системе реализован автоматический весовой контроль. Модуль системы осуществляет автоматическое взвешивание карьерного автосамосвала с грузом при въезде на встроенных в платформу тензометрических грузоприемных устройствах и определяют общую массу. При этом погрешность измерений не превышает 5 %. Информация о перегрузе отображается световой и звуковой ПС и передается по каналам связи на диспетчерский пункт предприятия. Пульт оператора АНКП представляет собой конструкцию, на которой размещены панели с измерительными и сигнальными приборами, указателями положения подъемного стола на трассе, ключами и кнопками управления, и манипуляторами. Предусмотрено управление АНКП удаленно из кабины мобильного пункта управления [2].

### Список литературы

1. Великанов В. С. Развитие методов оценки и управления эргономичностью горных машин и комплексов на основе нечетко-множественного подхода // Европейская наука и техника. Мюнхен: Vela Verlag Waldkraiburg, 2013. С. 370–377.
2. Шабанов А. А., Великанов В.С. Оценка одиночных и групповых эргономических показателей горнотранспортного оборудования на основе нечетких моделей // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № S5. С. 326–332.

**Великанов В.С.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Лукашук М.Д.**, аспирант,  
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»,  
г. Екатеринбург, РФ

## ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Дальнейшее освоение запасов полезных ископаемых открытым способом ведется глубокими карьерами с текущей глубиной 300-500 м и более, проектные глубины карьеров могут достигать 700-900 м. Для многих горных предприятий рассматривается перспектива перехода на комбинированный (открыто-подземный) способ разработки. Добыча полезного ископаемого на крупных месторождениях осуществляется несколько десятилетий, что в условиях изменчивости внешней и внутренней среды не позволяет принимать оптимальные решения по основным параметрам горнотехнической системы и технологического оборудования на весь период и полную глубину разработки. При всем многообразии видов карьерного транспорта, необходимо отметить одно немаловажное обстоятельство, в данный период времени альтернативы карьерному автомобильному транспорту на карьерах практически нет. При этом наибольший вклад в загрязнение атмосферы карьеров на нижних горизонтах оказывает именно карьерный автотранспорт. Поэтому проблема в реализации перспективных подходов по созданию специальных видов транспорта, соответствующих условиям их эксплуатации в конкретных горнотехнических несомненно актуальна [1, 2] Проект направлен прежде всего на организацию инновационного способа доставки карьерных грузов при открыто-подземном способе добычи, разработку и производство нового транспортного оборудования для открытых горных работ. В настоящее время в РФ, и конкретно в Уральском федеральном округе, карьеры достигают своих предельных контуров. В большинстве случаев их дальнейшая отработка требует расширения их границ в плане, что зачастую осложнено внешними факторами или экономически неэффективно из-за необходимости выемки больших объемов вскрышных пород. Получение новых знаний и подтверждение о технико-экономическом и эксплуатационно-техническом превосходстве предложенного комплекса, в контексте сложившейся экономической и геополитической ситуации имеет существенное значение. Ожидаемые результаты: внедрение и реализация конструктивных решений предложенного комплекса; минимизация временных и финансовых издержек при доставке карьерных грузов при открыто-подземном способе добычи, а именно на этапе проходки и строительства шахты, что в итоге обеспечит добычу дополнительного количества полезного ископаемого; сокращение вредного влияния на окружающую среду за счет частичного исключения автомобильного транспорта в транспортном обеспечении горного производства.

### Список литературы

1. Великанов, В. С. Повышение эффективности эксплуатации карьерных гусеничных экскаваторов с оборудованием «прямая механическая лопата» : специальность 05.05.06 "Горные машины": дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2009. 119 с.
2. Моделирование и оптимизация режимов работы горных машин с использованием среды MATLAB / В. С. Великанов [и др.] // Горный журнал. 2017. № 12. С. 78-81.

**Мазнин Д.Н.**, доц. каф. ИиИБ,  
**Козлов В.С.**, ученик Проектной школы  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## СМАРТ-КОМПИЛЯТОР – ПОМОЩНИК ПРОГРАММИСТУ

В мире существует множество языков программирования. Большинство из которых можно поделить на две группы: компилируемые и интерпретируемые. Компилируемые языки обладают высокой производительностью, позволяют детально взаимодействовать с операционной системой и внешними устройствами. Интерпретируемые языки обладают платформенной независимостью, представляют информативные ошибки, упрощают процесс разработки, но обладают низкой производительностью. У нас нет задачи «придумать еще одну замену C++», потому что программист должен писать «что он хочет сделать, а не как». Поэтому мы хотим создать высокоуровневый компилируемый язык программирования, который сумел бы занять часть рынка интерпретируемых языков и отвечал бы всем современным требованиям: простой синтаксис, безопасность при работе, безопасность при работе с несколькими потоками. Одним из самых важных критериев для языка программирования является его «безопасность». Без стабильности и безопасности производительность теряет всякий смысл, поэтому прежде чем ускорять программу необходимо убедиться в отсутствии в ней ошибок. Особенно актуальной является безопасность, связанная с работой памяти, так как большинство современных уязвимостей вызваны ее отсутствием. С каждым годом количество ядер в серверных и потребительских процессорах увеличивается, тем самым многопоточный код становится всё более актуальным. Увеличение количества потоков у программы может существенно повысить производительность, поэтому многопоточность становится главным критерием оптимизации в современных системах. Этим преимуществом пользоваться трудно, так как разработчику необходимо следить за тем, чтобы не вызвать «гонки за данными», взаимных блокировок, а также эффективно и правильно синхронизировать потоки между собой, а также асинхронный код навсегда повышает производительность приложения. Результатом работы будет являться язык программирования и компилятор, который будет сочетать преимущества компилируемых и интерпретируемых языков. Благодаря особенностям, язык сможет найти применение в программировании большого числа мобильных устройств.

### Список литературы

1. Dick Grune, Kees van Reeuwijk, Henri E. Bal Ceriel J.H. Jacobs, Koen Langendoen Modern Compiler Design Second Edition, 2012 год.
2. Ахо А. и др. Компиляторы. Принципы, технологии и инструментарий, 2008.
3. Серебряков В.А., Галочкин М.П. Основы конструирования компиляторов.

**Арефьева Д.Я.**, аспирант,  
**Ильина Е.А.**, канд. пед. наук, доцент,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА РАНЖИРОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВ ДЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ПУБЛИКАЦИОННЫХ КОЛЛАБОРАЦИЙ**

Основной задачей исследования является приоритизация показателей публикационной активности, выбранных для оценки научных публикационных коллабораций. Определено 3 уровня истинности коллабораций: высокий, средний и низкий [1]. В настоящее время существующий алгоритм определения уровня публикационных коллабораций базируется на основе принципа «максимальной доли». То есть, коллаборация считается высокого уровня истинности только в том случае, когда большинство значений показателей соответствуют высокому уровню истинности. Перечень показателей (альтернатив), выбранных для оценки коллабораций сформирован девятью экспертами: A1 – количество публикаций по Российскому индексу научного цитирования (РИНЦ); A2 – количество цитирований на одну публикацию по РИНЦ; A3 – количество соавторов; A4 – средний импакт-фактор журналов, в которых опубликованы работы; A5 – среднее количество соавторов в публикациях автора; A6 – количество публикаций в изданиях ВАК; A7 – количество публикаций в ядре РИНЦ; A8 – количество кодов ГРНТИ по работам автора; A9 – количество публикаций в единоавторстве. Критерии по каждому из уровней истинности для каждой альтернативы представлены в работе [1]. Для совершенствования алгоритма оценки публикационных коллабораций необходимо понимать степень важности каждой альтернативы из сформированного перечня. В качестве метода для приоритизации альтернатив выбран метод ранжирования. В работах [2-3] представлено описание работы программного обеспечения для экспертной оценки по альтернативам, частью которого является метод ранжирования. Ранжирование производилось на основе экспертных оценок по каждой альтернативе. По результатам ранжирования альтернатив приоритеты сформированы следующим образом:

$$r_1 > r_3 > r_4 > r_7 > r_6 > r_2 > r_5 > r_9 > r_8,$$

где  $r_i$  – ранг  $i$ -ой альтернативы,  $i = A1, \dots, A9$ .

Таким образом, в качестве результатов работы представлено: 1. Уровни истинности публикационных коллабораций. 2. Перечень альтернатив для оценки публикационных коллабораций. 3. Результаты ранжирования альтернатив для дальнейшего совершенствования алгоритма оценки коллабораций.

### **Список литературы**

1. Логунова О.С., Арефьева Д.Я., Сухов Д.А. Научные публикационные коллаборации: критерии оценки истинности // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения: III Всероссийская научная конференция с международным участием: сборник докладов. 2021. С. 359-364.

2. Арефьева Д.Я., Логунова О.С., Ильина Е.А. Программное обеспечение для экспертной оценки по показателям публикационной активности // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2022. Т. 10. №1. С. 7-11.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021611242. ConsistencyExpert / Д.Я. Арефьева, О.С. Логунова, Е.А. Ильина – Заявка №111111. Дата поступления: 08.02.2021 Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 12.02.2021.

*Работа выполняется под руководством д-ра техн. наук, профессора Логуновой О.С.*

**Мазнин Д.Н.**, доцент кафедры ИиИБ

**Куңц В.Е.**, ученица 10 класса Проектной школы

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск

## **РАЗРАБОТКА АЛЬТЕРНАТИВНОГО СПОСОБА УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ**

Мобильные устройства давно стали неотъемлемой частью жизни современного человека. Использовать смартфон требуется практически всегда, в зависимости от обстоятельств, но, к сожалению, по ряду причин, например при травме или во время работы в перчатках, эксплуатировать устройство становится затруднительно или невозможно. Одной из основных причин этой проблемы являются технические ограничения использования сенсорного экрана, во время работы с устройством пользователь сталкивается с такими проблемами как сложность работы при ограниченной подвижности пальцев, ограничения работы сенсора. В решении стоит использовать только возможности современных смартфонов, для обеспечения большей мобильности устройства. Автором предлагается программное решение, представляющее из себя программное обеспечение, модифицирующее сенсорный ввод: управление устройством будет осуществляться за счет поворота экрана телефона. Виртуальный курсор (кружок) будет двигаться в сторону наклона, до тех пор, пока экран не будет находиться в положении равновесия. Затем, с помощью кругового движения кистью пользователь сможет выбрать элемент на экране, выбранный курсором. Было принято решение разрабатывать приложения для платформы Android, так как на сегодняшний день она является наиболее популярной операционной системой для мобильных устройств [1]. Для работы приложения требуется телефон с наличием таких датчиков как акселерометр, гироскоп, магнитометр [2]. Благодаря работе встроенных датчиков, а также отказа от использования сторонних приборов для управления, пользователь сможет управлять устройством, не касаясь экрана.

### Список литературы

1. Global stats. Operating System Market Share Worldwide [Электронный ресурс]. URL: <https://gs.statcounter.com/os-market-share#monthly-202106-202206>

2. Android Developers. Motion sensors [Электронный ресурс]. URL: [https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors\\_motion](https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_motion)

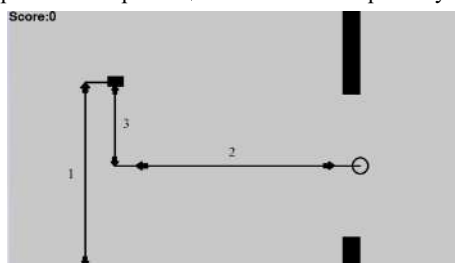
**Мазнина Ю.А.**, старший преподаватель,  
**Токарев А.Ю.**, студент,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ ИГРЫ «FLAPPY BIRD»

Такой способ машинного обучения, как обучение с подкреплением, позволяет найти решения для ряда задач, для которых нет определенных заданных шагов для их решения, нет четко прописанной последовательности действий [1]. Обучение с подкреплением позволяет построить алгоритм, который может обучаться в зависимости от изменений, происходящих в среде, с которым он взаимодействует. Каждое действие оказывает некоторое влияние на рассматриваемое окружение, и среда отправляет свои наблюдения и награду или наказание в качестве обратной связи. Идея обучения с подкреплением заключается в том, чтобы максимально близко смоделировать работу человеческой нервной системы, её способности к обучению и исправлению ошибок [2].

В качестве модели было выбрано окружение игры «Flappy bird», где агент окружения должен оставаться в «воздухе», огибая препятствия. Реализовано окружение и агент, взаимодействие агента с окружением, определены наблюдения, награды и наказания.

Среда передает следующие наблюдения: 1 – расстояние агента до «земли», 2 – горизонтальное расстояние до ближайшего пустого пространства между препятствиями, 3 – вертикальная разница с ближайшим промежутком (см. рисунок).



Визуализация наблюдаемых значений агентом

После проведения более 100 000 эпизодов нейронная сеть перестала обучаться – средняя продолжительность и средняя награда эпизода оставались одинаковой на протяжении обучения. Запуск нейронной сети с устоявшимися весами дал агенту устойчивое прохождение между препятствиями.

### Список литературы

1. Саттон Ричард С., Барто Эндрю Г. Обучение с подкреплением. М.: ДМК пресс, 2020. 552 с.
2. Жиленков А., Силкин А., Серебряков М., Колесова С. Сравнительный анализ систем глубокого обучения с подкреплением и систем обучения с учителем [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49851437>.

**Борисов А.А.**, ученик 11 класса Проектная школа  
**Чернева А.А.**, ученица 11 класса Проектная школа  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## СОЗДАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ

Презентации являются важным инструментом для передачи информации аудитории в ясной, организованной и визуально приятной форме. Их можно использовать в различных задачах: деловые встречи, маркетинговые компании и др. Процесс создания презентаций является достаточно трудоемким и включает в себя анализ информации, компоновку текста, поиск иллюстраций, дизайн. На выполнение этих задач тратится большое количество времени. Предлагается использовать возможности искусственного интеллекта, в частности нейросетей, для частичной или полной автоматизации создания презентаций.

Разработка сервиса для создания презентаций Microsoft PowerPoint в формате pptx ведется с использованием высокоуровневого языка программирования Python и пакетов его библиотек. В возможности программы входит:

- 1) обработка текста из файла (пакет библиотек NLTK): сокращение и классификация отрывков текста по темам;
- 2) парсинг заданного сайта (библиотека BeautifulSoup 4): определение необходимой информации на сайте, разделение текста на главы, составление краткого содержания презентации;
- 3) генерация изображений (нейросеть Midjourney);
- 4) работа с файловой системой (библиотеки os, shutil);
- 5) создание презентаций (библиотека pptx);

На вход приложению дается текст или сайт, на выходе – презентация, в которой необходимо выбрать шрифт, его цвет и размер и разработать дизайн.

Разрабатываемый сервис позволит:

- 1) сэкономить время заказчику;
- 2) уменьшить количество ошибок и повысить качество презентаций;
- 3) анализировать и использовать большие объемы данных и создавать визуальные представления информации за считанные секунды.

Однако на данный момент создание презентаций с использованием искусственного интеллекта имеет и ограничения: отсутствие творческой составляющей, невозможность создания инфографики.

### Список литературы

1. Кириллина Е.В. Особенности лингвистического анализа текста компьютерными программами (на примере обработки естественного языка) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44458060>.

2. Литвинов В.Л. Исследование нейросетевых архитектур в задачах анализа естественного языка [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49390883>.

*Под научным руководством ст. преп. Мазниной Ю.А.*



**Леднов А.В.**, канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Щипакина А. Е.**, студент  
НФ НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк, РФ

## **СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ КОНТРОЛЕМ В СРЕДЕ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ ДЛЯ УСЛОВИЙ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА**

На угольных разрезах добываются и поставляются на различные производственные предприятия многие сорта угля с различным химическим составом. Качество угля очень важно в производстве для установления промышленного использования угля и процентного содержания в нем: выхода летучих веществ; золы; серы; фосфора и коксового остатка.

Чтобы определять должное качество угля, нужно проводить анализ поступающей партии. Выделяют несколько этапов для анализа угля: отбор контрольной пробы; нумерация контрольной пробы, формирование акта отбора пробы; заполнение и наклеивание этикетки контрольной пробы; передача контрольной пробы в лабораторию; регистрация контрольной пробы; проведение испытаний контрольной пробы; регистрация результатов испытаний контрольной пробы; передача результатов испытаний контрольной пробы; расчет пропорций для шихтовки и получения требуемой зольности; выдача данных для отгрузки и шихтовки; передача акта на подписание; подписание акта отбора пробы. Одной из проблем является отсутствие возможности автоматического управления техническим контролем всех этих этапов.

Для решения обозначенной проблемы была разработана информационная система, которая автоматизирует выше указанный бизнес-процесс, и, соответственно ускоряет работу по анализу качества угля и обеспечивает удобное хранение полученных данных. Предлагаемая система управления техническим контролем включает следующие подсистемы:

- принятие заявки на сбор и анализ контрольной пробы;
- хранения данных;
- формирования отчетности;
- формирование этикетки пробы.

Данная работа особенно актуальна в связи с импортозамещением. Для создания данной информационной системы было принято решения использовать платформу 1С:Предприятие версии 8.3, с использованием унифицированного языка программирования 1С и запросов 1С.

### Список литературы

1. Человеко-машинная система насыпной плотности шихтовых материалов дуговой сталеплавильной печи: функция объёмной насыпной плотности и семафорная система / Ошурков В.А., Егорова Л.Г. и др. // Электротехнические системы и комплексы. 2019. № 1 (42). С. 59-66.
2. Построение системы диспетчеризации и контроля технологических процессов как элемента управления промышленным предприятием / Доронин В.Ю., Волшуков Ю.Н. и др.// Управление большими системами. Магнитогорск, 2001. С. 116-119,

**Леднов А.В.**, канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Чернова В.А.**, студент  
НФ НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк, РФ

## **ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ ВЫДАЧИ ТОВАРНОЙ РУДЫ НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ПЛАСТИНЧАТОГО ПИТАТЕЛЯ**

Определение веса добываемой руды поднимаемой скиповыми подъемниками – задача актуальная, как все задачи, связанные с учетом. Однако прямое взвешивание горной массы на конвейерных весах-задача практически не решаемая в связи с различным гранулометрическим составом и перемещения (скатывания) крупных бутов руды. В работе предлагается решить задачу, используя косвенные методы. Рассмотрев конструкцию питателя и заключенную в броне перемещающуюся массу руды, можно отметить, что имеем сплошной поток рудной массы с фиксированной насыпной плотностью. Примем за основу ее подобие потоку несжимаемой жидкости. За основу решения принято уравнение непрерывности (сплошности) для несжимаемого твердого тела. Уравнение выражает собой закон сохранения массы в элементарном объеме, то есть связь пространственного изменения потока массы жидкости и скорости изменения плотности со временем для течений в каналах со свободной поверхностью.

В настоящее время в простейшем случае течения жидкости с постоянной плотностью в канале с прямоугольным поперечным сечением точное уравнение неразрывности (иногда называемое уравнением Сен-Венана) имеет вид:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(vh) = 0,$$

где  $t$  – время,  $x$  – линейная координата,  $h=h(x,t)$  – глубина потока,  $v=v(x,t)$  – средняя скорость потока по поперечному сечению.

Таким образом, задача сводится к определению скорости движения питателя, которая пропорциональна частоте регулятора его двигателя, ширина и высота – стабильны, что можно косвенно контролировать по току двигателя.

Предлагаемая программа включает в себя: отсчет времени, чтобы с каждой секундой автоматически изменялись показатели объема и массы; выборку скорости в зависимости от частоты преобразователя, анимации работы питателя, вывод графика объема выданной руды.

### Список литературы

1. Построение системы диспетчеризации и контроля технологических процессов как элемента управления промышленным предприятием / Доронин В.Ю., Волшуков Ю.Н. и др. // Управление большими системами. Магнитогорск, 2001. С. 116-119.
2. Человеко-машинная система насыпной плотности шихтовых материалов дуговой сталеплавильной печи: функция объёмной насыпной плотности и сёмфорная система / Ошурков В.А., Егорова Л.Г. и др. // Электротехнические системы и комплексы. 2019. № 1 (42). С. 59-66.

**Масальский Л.С.**, студент,  
**Ильина Е.А.**, канд. пед. наук, доц. каф. ВТиП,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **О ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПУБЛИКАЦИОННЫХ КОЛЛАБОРАЦИЙ**

Благодаря активной работе ученых всего мира наука пребывает в состоянии прогресса, что находит выражение в такой тенденции ее развития, как стремительный рост числа публикаций [1]. В результате этого фактора, анализ и оценка публикационной активности, даже в пределах отдельных структурных единиц (кафедр, институтов), становится трудоемким процессом, что влечет за собой более активное применение в этой области компьютерных технологий [2]. В основном это относится к сфере статистической обработки данных о публикациях и последующего вычисления наукометрических показателей и практически не затрагивает качественный анализ, создавая проблему недостаточности инструментов качественной оценки публикационной активности. Расширение инструментария качественного анализа окажет содействие в решении таких аналитических задач, как определение ложных коллабораций [3], выявление научных школ, выделение областей интересов научно-преподавательского состава отдельных структурных единиц, обнаружение межструктурных взаимосвязей. В целях обеспечения осуществления качественной оценки публикационной активности научно-педагогических работников разработан подмодуль «Визуализация публикационных коллабораций», реализующий графическое отображение межструктурных и внутрискруктурных взаимодействий, а также их отдельных параметров. Разработанный функционал позволяет рассмотреть сферы научных интересов и периоды научной активности участников коллабораций и проанализировать взаимодействия отдельных структурных подразделений в качественном и количественном аспекте. Использование программы позволит упростить проведение наукометрических исследований публикационной активности профессорско-преподавательского состава и улучшить качество публикаций.

### Список литературы

1. Научные публикационные коллаборации: структурирование и визуализация информации / Логунова О.С., Арефьева Д.Я., Сухов Д.А., Гладышева М.М., Торчинский В.Е. // Вестник Череповецкого государственного университета. 2019. № 5 (92) . С. 22-41
2. Логунова О.С, Ильина Е.А., Арефьева Д.Я. Историческое развитие и перспективы системы оценки публикационных коллабораций // Энергетические и электротехнические системы : международный сборник научных трудов. 2018. Вып. 5. С. 141-146.
3. Арефьева Д.Я., Логунова О.С., Ильина Е.А. Структура лингвистической переменной для принятия решения о ложности публикационных коллабораций // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2017. Т. 1. С. 190-194.

*Работа выполняется под руководством д-ра техн. наук, профессора Логуновой О.С.*

**Кислицын Е. В.**, канд. экон. наук, доцент,  
доцент кафедры информационных систем и технологий  
**Фаткуллин Р. В.**, студент магистратуры 2 курса,  
УрТИСИ–СибГУТИ г. Екатеринбург, РФ

## **ГРАФОВЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ АСПЕКТЫ**

Графовая база данных – это нереляционная база данных, относящаяся к классу NoSQL систем управления баз данных. NoSQL аббревиатура обозначает Not Only SQL данные СУБД не используют язык запросов SQL, предназначены для неструктурированной информации частично или полностью отказываются от требований ACID. Хотя NoSQL слишком обширный термин, но в данных системах рассматриваются и используется альтернативные подходы к модели данных, к проектированию, организации, взаимодействию и хранению информации, отличаясь привычных ANSI SQL требований [1].

Идея графовых баз данных исходит из математической теории графов, которая описывает и изучает структуру отношений между объектами. Графовые базы данных имеют вершины, хранящие информация об объекте, ребра, которые отображают взаимосвязи между вершинами и описывают семантику и свойства этих отношений, т.е. имеют, как и в привычных графах – направления и последние это атрибуты, которые содержат описание вершин и иногда описание ребер.

На текущий момент существуют две основные разновидности модели графовых баз данных «Property Graph» и модель данных «RDF». Первая модель «Property Graph» означает, что используются узлы и рёбра, для хранения данных. В данной модели отсутствует привычная схема данных, которая облегчает моделирование системы, но сам граф можно назвать схемой данных. [2]. Модель данных «RDF» является графовой моделью данных, в которой формат записи графа представлен в виде «субъект-предикат-объект».

Графовые базы данных лучше всего предназначены для сложных моделей, где необходимо учитывать семантический контекст и важно качество и ценность данных. Они позволяют выполнять запросы на основе соединений и применять графовые алгоритмы для поиска отношений между узлами, что обеспечивает более эффективный анализ для больших объемов данных. Во время анализа графов, оцениваются отношения, расстояния между вершинами и важность вершин.

### Список литературы

1. Ёсу М. Т., Вальдурис П. Принципы организации распределенных баз данных / пер. с англ. А. А. Слинкина. М.: ДМК Пресс, 2021. 672 с.
2. Bruggen R. V. Learning Neo4j / R. V. Bruggen. – United Kingdom Livery Place: Birmingham B3 2PB, Published by Packt Publishing Ltd. 2014. – 222 p.

## **Секция «Автоматизация технологических и производственных процессов»**

УДК 621.785.52:543.27

**Абрамкин К.В.**, студент 4 курса,  
**Самарина И.Г.**, ст. преподаватель кафедры АСУ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», Магнитогорск, РФ

### **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ САМООТПУСКА АРМАТУРЫ ПРОКАТНОГО СТАНА 250**

В настоящее время термически упрочненный прокат является одним из самых эффективных и массовых видов продукции в черной металлургии. Процессы термоупрочнения в металлургии и машиностроении являются важной технологической операцией, так как позволяют получить особую структуру и уникальные свойства материала.

Суть термоупрочнения заключается в том, что непосредственно после горячей прокатки, когда сталь имеет температуру выше критической точки А3 и аустенитную структуру, проводится резкое охлаждение (закалка) с прерыванием и последующим отпуском. В процессе отпуска уменьшаются или устраняются внутренние напряжения, повышаются вязкость и пластичность стали, снижается ее твердость, улучшается структура [1]. Закалка арматуры, выходящей из последней чистой клетки стана 250, осуществляется потоком воды в закрытых камерах охлаждения при избыточном статическом давлении.

Основная задача автоматизации трассы термического упрочнения является достижение заданной температуры самоотпуска по всей длине заготовки, при сохранении отклонения в заданных допусках, так как температура самоотпуска на прямую влияет на получаемый класс термически упрочненного проката [2].

Для получения заданной температуры самоотпуска требуется точное охлаждение заготовки, для этого необходимо контролировать температуру арматуры до трассы термического упрочнения, температуру самоотпуска арматуры, температуру охлаждающей воды и ее расход, а также регулировать давление воды и сжатого воздуха в охлаждающих секциях трассы термического упрочнения.

В работе предлагается реализация системы управления температурой самоотпуска арматуры, выполнен выбор технических средств, разработаны принципиальная электрическая схема и функциональная схема автоматизации системы.

#### Список литературы

1. Современные технологии производства: сайт. – URL: <https://extxe.com/8710/termicheskoe-uprochnenie-stalej/> (дата обращения: 26.12.2022)
2. ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия: дата введения 2016-12-08. – Москва: Стандартинформ, 2019 – 46 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293746/4293746568.pdf> (дата обращения 25.10.2022). – Текст: электронный.

**Бузмаков М.А.**, студент 3 курса,  
**Мухина Е.Ю.**, ст. преподаватель кафедры АСУ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОТЛОМ-СЕПАРАТОРОМ**

При выплавке стали из чугуна вырабатывается огромное количество газов. Для их организованного удаления, охлаждения и отчистки применяется котел-утилизатор ОКГ-400-2М, составной частью которого является барабан котла-сепаратора, предназначенного для разделения пароводяной смеси на воду и пар. Регулирование уровня воды в барабане котла-сепаратора ОКГ-400-2М позволяет повысить качество производимого пара путем поддержания определенного значения уровня воды в барабане.

Контур регулирования уровня воды в барабане включает в себя датчики разности давлений Rosemount 3051 CD3, сигнал с которых поступает в контроллер Simatic S7-416-2 PN/DP. При отклонении уровня воды в барабане котла-сепаратора от заданной величины ПИД-регулятор формирует выходные управляющие команды, которые от контроллера по информационной шине Profibus поступают на модуль удаленной периферии ET200S. Далее сигнал поступает на пускатель реверсивных RS1-х, который представляет собой два контактора в модульном исполнении. Затем на асинхронный двигатель АИРС 112М4, который приводит в движение задвижки узла питания барабана котла-сепаратора ОКГ400-2М. Выходная команда от контроллера на открытие или закрытие задвижки будет формироваться до тех пор, пока измеряемое значение уровня воды в барабане котла-сепаратора не станет равно заданному.

От контроллера данные с датчиков передаются на промышленный компьютер Simatic Rack PC 847В для визуализации технологического процесса.

### **Список литературы**

1. Беленький А.М., Бердышев Ф.М. Автоматическое управление металлургическими процессами: учеб. пособие. 2-е изд. перераб. и доп. Москва: Металлургия, 2006. 384с.
2. Котлы-утилизаторы и энерготехнологические агрегаты / А.П. Воинов, В.А. Зайцев, Л.И. Куперман, Л.Н. Сидельковский. Москва: Энергоатомиздат, 1989. 272 с.
3. Андреев С.М., Парсункин Б.Н. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики и технологических процессов: учебное пособие. Москва: Изд. центр «Академия», 2016. 272 с.
4. Самарина И. Г., Мухина Е.Ю., Бондарева А.Р. Метрология и технические измерения: практикум. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. 57 с. ISBN 978-5-9967-2154-2.

**Сухоносова Т.Г.**, ст. преп. каф. АСУ  
**Васильева Е.И.**, студ. каф. АСУ  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ СВОЙСТВ МНОГОЗОННОЙ ТЕРМОПАРЫ**

Для косвенного непрерывного измерения температуры жидкой стали в электропечах предлагается использовать многозонную термопару, находящуюся в кладке печи и не соприкасающуюся с расплавом. Многозонная термопара состоит из пяти кабельных термоэлектрических преобразователей (ТП) различной длины, разделенные изолирующей засыпкой и находящиеся в общем чехле [1, 2]. Каждая термопара отличается по длине, и ее горячий спай находится на разном расстоянии от границы кладки печи с жидкой сталью. Поэтому ТП будут измерять температуры в пяти разных точках по толщине огнеупорной кладки.

Температура расплава определяется численным методом решения одномерной задачи теплопроводности [3, 4]. Статическая погрешность определения температуры расплава определяется точностью расчета теплового поля по толщине кладки, а также классом точности ТП.

Динамическая погрешность измерения зависит не только от инерционности термопар, но и от расстояния от рабочего спая ТП до границы с расплавленным металлом. Чем дальше рабочий спай ТП находится, тем медленнее выходной сигнал ТП достигает значений, соответствующих установившемуся режиму.

В работе проведены опыты по исследованию инерционных свойств ТП в зависимости от их удаленности с границей измеряемой среды. Проведено сравнение расчетных и экспериментальных данных.

Результаты работы могут быть использованы как для косвенного определения температуры расплава, так и для контроля толщины слоя футеровки печи при известной температуре жидкого металла.

### **Список литературы**

1. Непрерывный контроль температуры жидкой стали в технологических агрегатах металлургического производства / Парсункин Б.Н., Андреев С.М., Бондарева А.Р., Ахметов У.Б. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». 2018. Т.18, № 3. С. 33–41.
2. Сухоносова Т.Г., Васильева Е.И. Косвенный метод измерения температуры жидкого металла в металлургической печи // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2022. Т.13 №1. С. 60–63.
3. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей: учебник для вузов / В.А. Арутюнов и др. М.: Металлургия, 1990. 239 с.
4. Расчеты плавильных и нагревательных печей: учебное пособие / Б.М. Соболев и др. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. 131 с.

Дубровская А.А., студ.,  
Самарина И.Г., ст. преподаватель кафедры АСУ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», Магнитогорск, РФ

## **ОБЗОР МЕТОДОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ УГЛЕРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА В ГАЗОВОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ**

Основная проблема промышленности при химико-термической обработке — это низкая или чрезмерно высокая концентрация углеродного потенциала, что приводит к образованию окалины на поверхности нагреваемого металла, и безуглероживанию.

Целью данной работы является выбор метода регулирования углеродного потенциала в процессе газовой цементации, для получения качественного поверхностного слоя стальных деталей с требуемыми свойствами поверхности.

Углеродный потенциал представляется как науглероживающая способность, обеспечивающая определенную концентрацию углерода на поверхности цементированного слоя. В печной атмосфере он может быть определен функцией содержания трех газов: окиси углерода (CO), диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) и метана (CH<sub>4</sub>).

В работе рассматриваются методы регулирования углеродного потенциала, основанные на измерении термодинамических параметров печной атмосферы с использованием: кислородного зонда, инфракрасного газоанализатора и с оптико-акустического газоанализатора. Регулирование происходит путем уменьшения количества подаваемого атмосферного воздуха, что приводит к увеличению углеродного потенциала, или путем увеличения количества подаваемого атмосферного воздуха, что приводит к уменьшению углеродного потенциала.

В работе представлены технические средства измерения углеродного потенциала печной атмосферы. Также разработана функциональная схема автоматизации системы, которая может применяться на всех металлургических и машиностроительных предприятиях страны, где используются печи цементации.

### Список литературы

1. Жила В.А., Соловьева Е.Б., Мальшева А.А. Газораспределительные системы и газопотребляющее оборудование: учеб. пособие. Москва: Лань, 2020. 38с.
2. Шибенко А.С. Газоснабжение: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2015. 520 с.
3. Болеслав В.В., Попов В.Б. Автоматические системы управления технологическими процессами газовой цементации// Современные технологии автоматизации. 2012. Т. 2, №1. С. 56-64.
4. Майсурадзе М.В., Рыжков М.А., Беликов С.В. Цементация, нитроцементация и азотирование стальных изделий: учеб. пособие Екатеринбург: Урал. Унта, 2021. 102 с.
5. Староверов А.Г. Автоматизация производства: учебник. М.: ИЦ Академия, 1989. 312 с.



**Сухоносова Т.Г.**, ст. преп. каф. АСУ  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Ежков Г.А.**, вед. инженер электроник  
Стальсервис 1 ООО «ОСК», г. Магнитогорск, РФ

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ В БАРАБАНЕ КОТЛА СЕПАРАТОРА ОКГ 400-2М ПАО «ММК»**

Для утилизации отходящих газов от кислородного конвертера применяется ПП-образный котел охладитель ОКГ 400-2М. Сложность автоматического управления уровнем в барабане котла сепаратора заключается в том, что на него воздействуют переменные нагрузки.

В продувочный период работы конвертера, образуется высокое выделение пара, давление в барабане возрастает до 2,7 МПа, барабан сепаратора удаляет пар от котла и получает необходимую подпитку водой. В этот период требуется выдерживать задание на уровень в барабане сепараторе в районе 0...+100 мм, обеспечивая материальное соотношение удаляемого пара от котла и поступления питательной воды.

В межпродувочный период, задание на уровень в барабане сепараторе должно выдерживаться в районе -450 мм, давление в барабане котла стабильно 2,5 МПа и удаление пара от котла не производится. Снижение задания уровня в межпродувочный период обусловлено компенсацией эффекта набухания, т.е. резкому повышению уровня, в начале периода продувки и на протяжении плавки.

В работе предлагается реализация системы автоматического регулирования уровня в барабане котла сепаратора на базе программируемых логических контроллеров Simatic S7-400 с применением программной реализации ПИ регулятора, с оптимальными параметрами настройки для удовлетворения показателей качества переходного процесса в период продувки. Для чего были изучены технические характеристики контрольно-измерительной аппаратуры, проведен анализ экспериментальных данных для определения динамических и статических характеристик объекта управления, синтез математической модели системы автоматического регулирования, разработана функциональная схема автоматизации, а также разработано программное обеспечение системы управления.

### Список литературы

1. Парсункин Б.Н., Сухоносова Т.Г., Бондарева А.Р. Автоматизация технологических процессов и производств. Производство стали в мартеновских и двухванных агрегатах и кислородных конвертерах. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 264 с.
2. Ещенко А. А. Проблемы автономного управления в системе регулирования уровня в барабане и давления пара в котле // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2012. №5(64). С. 158-162.

**Клименко А.Е.**, маг.,  
**Рябчиков М.Ю.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ НОЖЕЙ ПРИ ГОРЯЧЕМ ОЦИНКОВАНИИ**

Горячее оцинкование является одним из самых распространенных способов защиты металлических конструкций от коррозии и является наиболее востребованным. Наиболее распространенным дефектом оцинкованной полосы являются наплывы цинка [1-2]. Этот дефект представляет собой грубое утолщение цинкового покрытия по кромке или по поверхности оцинкованного проката. Основной причиной появления этого дефекта считается некорректная работа воздушных ножей.

В работе было выполнено исследование известных предложений в области совершенствования воздушных ножей, включая как конструктивные особенности, так и особенности управления. Известны такие предложения по совершенствованию конструкции как: применение двойного воздушного ножа; применение многощелевого воздушного ножа; применение системы воздушных ножей с изменяемым отверстием прорези сопла и краевой перегородкой.

В области совершенствования управления известные решения, как правило, основаны на использовании моделей. При этом авторы предлагают использование как интерпретируемых, так и эмпирических моделей. Эмпирические модели позволяют решать более сложные задачи, такие, например, как прогнозирования толщины покрытия по поперечному направлению полосы. Однако такие модели основаны на сложных физических закономерностях поведения воздушных струй и их может быть затруднительно применить на практике при управлении. Область применения таких моделей, по-видимому, связана в основном с проектирование новой конструкции ножей.

### Список литературы

1. Субботина Ю.М., Радионова Л.В. Технологические особенности агрегатов непрерывного горячего цинкования стальной полосы // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». 2016. Т. 16, №. 1. С. 112-119.
2. Бережная Г.А., Заруцкая А.О., Каримова Д.Ю. Анализ качества горячеоцинкованной полосы в ЛПЦ-11 ОАО «ММК» // Качество в обработке материалов. 2016. №. 2(6).

**Ложкин И.А.**, директор ООО «РнД МГТУ»,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Шурандин Е.В.**, и.о. заместителя начальника цеха ЛПЦ 10  
ПАО «ММК», г. Магнитогорск, РФ

## **РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ОБРЕЗИ НА СТАНЕ 2000 ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ЛПЦ-10 ПАО «ММК»**

Стан «2000» горячей прокатки ЛПЦ-10 предназначен для производства полос из углеродистых и низколегированных марок сталей [1]. Он состоит из следующих участков: загрузки, нагревательных печей, черновых клетей, промежуточного рольганга, чистовой группы клетей и уборочной линии стана. Чистовая группа клетей включает в себя летучие ножницы, предназначенные для обреза концов полосы раската, которые зачастую имеют неправильную форму головы и хвоста. Реализация системы оптимизация обреза полосы на подобных объектах позволяет сократить удельный расход металла.

В связи с этим, в рамках стратегии цифровизации на стане «2000» ПАО «ММК» сотрудниками ООО «РнД МГТУ» в кооперации с ООО «ОСК» и ООО «ММК-Информсервис» была реализована и запущена в промышленную эксплуатацию система оптимизации обреза полосы (система поставлена Канадской компанией KELK, договор был остановлен в связи с геополитической ситуацией). Данная система позволяет с помощью стереоскопического шириномера распознать разную форму концов полосы раската и далее подобрать подходящий критерий обреза. Расположенный перед чистовой группой клетей лазерный измеритель обеспечивает точное сопровождение виртуальной линии реза по мере движения полосы, а сканирующий детектор горячего металла позволяет обнаружить наиболее выступающие точки головы полосы. Благодаря этому летучие ножницы способны максимально точно обрезать концы полос раската с минимальными потерями металла в обрезь.

Таким образом, на стане 2000 горячей прокатки ЛПЦ-10 ПАО «ММК» появилась возможность производить точное отображение формы концов каждой полосы, находить виртуальную линию для каждого реза в привязке к фиксированной точке полосы подката, сопровождать виртуальную линию реза до ножниц и управлять механизмом ножниц, чтобы фактическая линия реза совпадала с идеальной виртуальной линией. Реализация системы проведена в полной мере, пройдены гарантийные испытания, достигнут заявленный в технической документации эффект.

### Список литературы

1. Андреев С.М., Репях Е.С. Разработка и исследование работы системы контроля и управления формой полосы в условиях стана 2000 горячей прокатки // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 77-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 22-26 апреля 2019 года. Т. 1. С. 384.

**Максимов В.А.**, студент 3 курса,  
**Мухина Е.Ю.**, ст. преподаватель кафедры АСУ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СООТНОШЕНИЯ ГАЗ-ВОЗДУХ ВО ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧАХ**

При формовке сырца для производства огнеупорного кирпича в составе смеси используется шамот – огнеупорная глина. Шамот получается в результате обжига кусковой глины во вращающейся печи путем подачи коксового газа и воздуха. Вращающаяся печь представляет собой стальной цилиндр сварной конструкции, внутренняя часть которого выложена футеровкой из огнеупорного кирпича, а со стороны загрузочной части – винтовые лопасти, выполненные из металла и осуществляющие распределение материала. Разработка системы автоматического регулирования подачи газа и воздуха в зоне обжига вращающейся печи №1 позволит повысить качество производимого шамота, исключить пережог топлива, а также снизить риск пересушки шамота путем поддержания определенного значения температуры в зоне обжига. Контур регулирования расхода и давления коксового газа и воздуха включает в себя диафрагмы расходомерные Ду 140 и Ду 160, с которых сигнал поступает на измерительные преобразователи ДМЭР-МИ и далее на контроллер МФК 3000. Контроллер формирует управляющие сигналы в зависимости от значения давления коксового газа и воздуха и подаёт их на пускатели бесконтактные реверсивные ПБР-2М, на котором сигнал усиливается и подаётся на исполнительные механизмы МЭО-250/63-0,25. Визуализация процесса и выбор режимов управления осуществляется с использованием промышленного компьютера.

### Список литературы

1. Селевцов Л.И., Селевцов А.П. Автоматизация технологических процессов: учебник. 5-е изд. Москва: Академия, 2019. 350 с. ISBN 978-5-4468-7586-3.
2. Солнцева Е.Д., Лошкарёв Н.Б. Разработка горелки с регулируемой длиной факела для вращающихся печей // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: сборник докладов ТИМ 2019. Екатеринбург, 2019. С. 150-157.
3. Андреев С.М., Парсункин Б.Н. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики и технологических процессов: учебное пособие. Москва: Изд. центр «Академия», 2016. 272 с.
4. Андреев С.М., Парсункин Б.Н. Оптимизация управления технологическими процессами в металлургии: учебное пособие. Магнитогорск: МГТУ, 2009. 576 с.
5. Самарина И.Г., Мухина Е. Ю., Бондарева А. Р. Метрология и технические измерения: практикум. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. 57 с. ISBN 978-5-9967-2154-2.

**Новак В.С.**, студент

**Рябчиков М.Ю.**, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ СТАЛЬНОЙ ПОЛОСЫ**

Сокращение дефектов — важное направление в повышении эффективности процесса АНГЦ. Дефекты оцинкованной поверхности стальных изделий и проката значительно ухудшают их внешний вид и защитные свойства покрытия. Образование дефектов обусловлено двумя основными факторами: качеством поверхности металла, подлежащего цинкованию, и нарушением технологических операций в процессе самого цинкования. Наиболее частыми дефектами, по мнению авторов [1-3] являются: непроцинковка, складка, надав, наплывы цинка и другие. Причина каждого из дефектов может зависеть от абсолютно разных участков АНГЦ, не исключен и человеческий фактор. Причины связаны с сильной вибрацией полосы, расплескиванием расплава, забиванием воздушных ножей расплавом цинка, неудовлетворительной настройкой воздушных ножей [1], шероховатостью или механически помятой поверхностью полосы, плохим химическим составом ванны, недостаточной чисткой оборудования и подготовкой полосы [2], а также с качеством (химическим составом) самой полосы [3]. Большинство дефектов определяются визуально, также их можно выявить с помощью различных микроскопов, а также с помощью различных спектрометров. Наиболее проблемными участками является цинковая ванна и воздушные ножи. Если на предыдущих участках, полоса лишь обрабатывалась и готовилась к оцинковке, то в этих двух секциях происходит непосредственное нанесение цинкового покрытия (ванна), и его обработка (воздушные ножи). В цинковой ванне требуется поддерживать химический состав раствора, поэтому единственным решением является непрерывный контроль и своевременная подача добавок. В воздушных ножках все гораздо сложнее: требуется регулировать давление в форсунках, угол наклона воздушной струи по отношению к поверхности полосы, положение ножей в пространстве, расстояние от форсунок до полосы. Исходя из анализа, основанного на обзоре, в настоящее время недостаточно внимания уделяется повышению эффективности управления работой воздушных ножей.

### Список литературы

1. Jayraj Parmar, Daulat Kumar Sharma, Patel Khyati, Patel Sweta. A Review on Galvanizing Coating Defects: Causes and Remedies. Jurnal Kejuruteraan. 2022. Vol. 34(4). pp. 535-542. [https://doi.org/10.17576/jkukm-2022-34\(4\)-01](https://doi.org/10.17576/jkukm-2022-34(4)-01).
2. Azimi A., Ashrafizadeh F., Toroghinejad M. R., Shahriari F. Metallurgical assessment of critical defects in continuous hot dip galvanized steel sheets. 2012. Vol. 206(21). pp. 4376-4383. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2012.04.062>.
3. Qi Wei Wu, Ai Min Zhao, Shun Yao, Zhen Li. Bare Spot Defect on a Hot Dip Galvanized DP Sheet Strip. Materials Science Forum. 2018. pp. 294-303. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.913.294>.

**Плис К.А.**, магистр,  
**Рябчикова Е.С.**, доцент кафедры АСУ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», Магнитогорск, РФ

## **ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЦИРКУЛЯЦИОННЫМ ВАКУУМИРОВАНИЕМ СТАЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**

В настоящее время существует достаточно много предложений, связанных с автоматической оптимизацией технологических процессов с применением систем экстремального регулирования. При этом значительная часть предложений в данной сфере предполагает рассмотрение и анализ подобных систем как нелинейных. Это существенно ограничивает возможности, связанные с проектированием подобных систем и выбором оптимальных настроек используемых алгоритмов управления для условий конкретного объекта. Одним из основных методов является использование численного моделирования систем для оценки эффективности того или иного алгоритма управления. Часто это приводит к затруднениям при выборе рационального алгоритма экстремального регулирования. В то же время нечеткая логика является эффективным средством реализации практически неограниченных по сложности алгоритмов управления. Однако синтез правил нечеткой логики методами компьютерного имитационного моделирования обычно осложнен большим числом настраиваемых параметров, то требует привлечения эксперта. Решение этой проблемы предложено в работах [1, 2], где предлагается синтез нечеткого робастного регулятора методами имитационного моделирования. В данной работе метод [1, 2] применен к задаче экстремального регулирования. Для этого задача экстремального регулирования приведена к задаче стабилизации. Это достигается путем рассмотрения производной выходной оптимизируемой переменной по входной переменной как нового параметра для решения задачи стабилизации. Работа метода [1, 2] применительно к задаче экстремального регулирования продемонстрирована на примере задачи оптимизации управления циркуляционным вакуумированием стали. Известно, что производительность установки экстремально зависит от расхода аргона. Продemonстрирована возможность применения метода [1, 2] к синтезу робастной системы экстремального регулирования.

### Список литературы

1. Рябчиков М.Ю., Рябчикова Е.С., Кокорин И.Д. Система стабилизации температуры в нагревательной печи с применением скользящего регулирования и нечеткой логики // Мехатроника, автоматизация, управление. 2020. Т. 21. № 3. С. 143-157.
2. Рябчиков М.Ю., Рябчикова Е.С., Филиппов С.А. Система управления температурой пара после пароперегревательной установки с применением нечеткой логики для упреждающей компенсации возмущений // Мехатроника, автоматизация, управление. 2021. Т. 22. № 4. С. 181-190.

**Тищенко В.И.**, магистр,  
**Рябчикова Е.С.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», Магнитогорск, РФ

## **ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ МНЛЗ**

В настоящее время известно достаточно много предложений в области совершенствования управления режимами вторичного охлаждения МНЛЗ. Как правило, авторы предлагают использование моделей для решения задач управления [1-3]. Однако в полной мере неясно, каковы принципиальные выгоды, которые могут быть достигнуты от решения подобной задачи. Так, многие авторы [1] утверждают, что применение модели позволяет стабилизировать уровень температур уже в первых зонах МНЛЗ. Это позволяет избежать выхода на ограничение по уровню управляющих воздействий в последних зонах. То есть модель позволяет перераспределить подачу воды, максимально увеличив ее в первых зонах, тем самым снижаются требования к максимальному расходу воды в последующих зонах. Можно указать два недостатка подобной оптимизации. Во-первых, при неточности моделирования возможно чрезмерное охлаждение в первых зонах. Во-вторых, отсутствует какое-либо энергетическое обоснование подобного перераспределения. Несмотря на то, что в работах многих авторов обсуждается задача моделирования вторичного охлаждения МНЛЗ, в полной мере не ясны критерии оптимизации управления. В данной работе предложен критерий оптимизации управления, ориентированный на минимизацию вероятности нарушения процесса в каждой из зон вторичного охлаждения МНЛЗ. Для этого при моделировании учитывается неопределенность результатов моделирования и строится семейство прогнозов. Оптимальным считается режим, при котором подача воды максимально перенесена в первые зоны, но при этом соблюдается гарантия по приемлемости состояния процесса в каждой из зон с учетом неопределенности.

### Список литературы

1. Иванова, А. А. Управление режимами вторичного охлаждения МНЛЗ // *Металлургические процессы и оборудование*. 2008. № 4(14). С. 17-21.
2. Wang, Y. Optimal control method of parabolic partial differential equations and its application to heat transfer model in continuous cast secondary cooling zone / Y. Wang, X. Luo, S. Li. // *Advances in Mathematical Physics J.* - 2015.
3. Hetmaniok, E. Restoration of the cooling conditions in a three-dimensional continuous casting process using artificial intelligence algorithms / E. Hetmaniok, D. Słota, A. Zielonka. // *Applied Mathematical Modelling J.* - 2015. - №39(16). – с. 4797–4807.

Сухоносова Т.Г., ст. преп. каф. АСУ

Филатов Д.Д., студ. каф. АСУ

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗИСТИВНЫХ ДАТЧИКОВ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ**

Резистивные датчики нашли широкое применение в системах автоматического контроля и регулирования технологических процессов. Принцип действия данных датчиков основан на зависимости активного электрического сопротивления от площади поперечного сечения, длины или удельного сопротивления проводника. Параметры датчика зависят от значения измеряемой величины [1].

Резистивные датчики используются для измерения перемещения, давлений, растяжения и сжатия, температуры, освещенности измеряемого объекта. По принципу действия данные датчики можно разделить на контактные, потенциометрические или реостатные, тензорезисторные, терморезисторные, фоторезисторные [2].

В работе изучались методы измерения сопротивления резистивных датчиков и оценивались погрешности измерений на примере измерения сопротивления терморезисторов. Измерения проводились на стенде, в качестве эталонного сопротивления использовался магазин сопротивлений. Измерения проводились прямым методом с помощью омметра и косвенным методом с помощью вольтметра и амперметра [3]. Данные способы просты, но поскольку измерительный прибор отбирает некоторую энергию от измеряемой цепи, токи и напряжения цепи изменяются, и возникает методическая погрешность измерения.

Измерения проводились также методами сравнения с мерой, а именно, нулевым методом с помощью мостовой схемы и методом замещения [4]. Электрическая цепь в этом случае будет более сложной, но в отличие от методов непосредственной оценки, сопротивления измерительных приборов не влияют на точность измерения. И, как следствие, при использовании тех же по точности средств измерения мы получаем более точный результат. Что и было подтверждено экспериментом.

Выполнен анализ погрешностей измерений. В зависимости от необходимой точности получения результата, следует применять различные методы и схемы подключения датчиков.

### Список литературы

1. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника. М.: КноРус, 2013. 798 с.
2. Резисторы: справочник / Под ред. И. И. Четверткова и В. М. Терехова. М.: Радио и связь, 1991. 528 с.
3. Кравцов А. В. Электрические измерения. М.: РИОР: ИНФРА-М, 2018. 148 с.
4. Сажин С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 368 с.



**Чута А.С.**, студ.,  
**Рябчиков М.Ю.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПРОДУКЦИИ АНГЦ**

В настоящее время на производстве накоплены значительные объемы перспективных технологических данных, которые могут использоваться при совершенствовании технологии и управления. Одним из важных направлений является автоматизированный анализ данных для определения причин возникновения дефектов продукции и аварий на производстве. Сложность такого анализа заключается в высокой размерности больших данных, их неполноте, разрывах во времени и других особенностях. Обычно это приводит к тому, что в качестве причины нежелательных ситуаций ищут отклонения от нормы отдельных технологических переменных. Однако истинные причины могут быть существенно сложнее. Они могут быть связаны с нежелательным состоянием сразу группы технологических параметров.

Для определения подобных причин в работе разработан специальный метод многоэтапного отбора технологических переменных, имеющих аномальные значения. Метод основан на сопоставлении многомерных функций плотности распределения параметров процесса для нормальных и нежелательных ситуаций. Метод был опробован на решении задачи оценки причин возникновения дефектов цинкового покрытия полосы при ее горячем оцинковании. Согласно [1-3] существует множество возможных причин возникновения дефектов цинкового покрытия. В работе было показано, что одномерный анализ может привести к принципиально неверной оценке причин возникновения дефектов оцинковки.

### **Список литературы**

1. Управление охлаждением стальной полосы при гибком производстве оцинкованного листового проката / Рябчиков М.Ю., Рябчикова Е.С., Шманев Д.Е., Кокорин И.Д. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2021. Т. 64. № 7. С. 519-529.
2. Рябчиков М.Ю. Адаптация теплотехнических моделей протяжной башенной печи и нагрева металла для управления температурными режимами отжига стальной полосы // Проблемы управления. 2017. № 5. С. 61-69.
3. Павлов А.С., Рябчиков М.Ю., Михальченко Е.С. Прогнозирование производства дефектной продукции агрегатом непрерывного горячего цинкования ОАО "ММК" с помощью нейросетевой модели процесса нагрева металла // Электротехнические системы и комплексы. 2009. № 17. С. 135-139.

**Широбоков Е.А.**, студ.,

**Бондарев Е.С.**, студ.,

**Бондарева А.Р.**, ст. преп. каф. АСУ,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПАРОВОГО КОТЛА LOOS-5000**

Производство перегретого пара реализовано на базе паровых котлов фирмы LOOS, одна из самых удобных систем эксплуатации паровых котлов. Все функции системы управления котлом объединены в центральном модуле управления. Таким образом, регулируются мощность котла, уровень воды, автоматическая постоянная продувка, удаление шлама, управление экономайзером или перегревателем. Система управления парового котла производства компании LOOS может с одинаковым успехом использоваться для газовых, жидкотопливных и комбинированных горелок со ступенчатым или модулируемым регулированием мощности, а также с механическим или электронным регулированием подачи воздуха сгорания. Питательная система котла предназначена для непрерывной подачи в котел питательной воды заданной температуры в количестве, обеспечивающем поддержание уровня воды в паровом котле в допустимых пределах. Поддержание заданного уровня воды в паровом котле является одной из главнейших задач, обеспечивающих надежную работу котла. При высоком уровне воды возможны забросы котловой воды в пароперегреватель и, как следствие, разрушение его конструкций от гидравлических ударов. Низкий уровень воды в паровом котле приводит к срыву естественной циркуляции и к спуску воды из котла, а также оголению парообразующих труб, что приводит к нарушению режима охлаждения парообразующих труб и к неизбежному пережогу трубной системы котла. Уровень воды в паровом коллекторе регулируется с помощью регулятора питания котла, воздействующего на степень открытия питательного клапана. А измеряется измерительным преобразователем уровня, который располагает встроенным в корпус преобразователем и производит пропорциональный уровню измерительный ток в диапазоне 4-20 мА. Измерение уровня основывается на принципе функционирования электрического конденсатора. Автоматическое регулирование учитывает соотношение между количеством конденсата и расходом свежей воды. Правильный контроль и регулирование является условием для долговечной безотказной и безаварийной работы котла.

### **Список литературы**

1. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)" направления подготовки дипломированных специалистов "Автоматизированные технологии и производства". 4-е изд., стер. Москва: МЭИ, 2007. 351 с. ISBN 978-5-903072-85-9.

**Юрчук К.А.**, студ.,  
**Рябчикова Е.С.**, канд. техн. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ДСП-180 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**

В работе предложена система автоматической оптимизации управления электрическими параметрами ДСП-180 на основе экстремального регулирования. Данная задача рассматривается в работах [1, 2]. С целью обеспечения поддержания максимума активной мощности для каждой отдельной фазы используется классическая система экстремального регулирования, основанная на запоминании максимума скорости изменения оптимизируемого параметра. Отличительной чертой работы является дополнение системы оптимизации дополнительным нечеткой логики. Задача блока заключается в учете при управлении взаимного влияния фаз ДСП с целью повышения качества поисковых процессов. Решение данной задачи с использованием расчетных методов затруднено высокой вычислительной нагрузкой. Автоматизированный подбор параметров нечеткой логики согласно методам [3, 4] позволяет избежать этого. Работа системы была протестирована с использованием модели трехфазного электрического контура ДСП. Результаты показали возможность компенсации взаимного влияния фаз при управлении для минимизации негативного влияния поисковых процессов контуров управления электрическими параметрами разных фаз.

### Список литературы

1. Рябчиков М.Ю., Рябчикова Е.С. Системы экстремального регулирования на основе комбинации поисковых оптимизационных алгоритмов // Мехатроника, автоматизация, управление. 2015. Т. 16. № 5. С. 300-306.
2. Рябчиков М.Ю., Парсункин Б.Н., Рябчикова Е.С. Оптимизация управления электрическими режимами работы дуговых сталеплавильных печей переменного тока с использованием прогнозирующей системы // Автоматизация в промышленности. 2014. № 11. С. 53-57.
3. Рябчиков М.Ю., Рябчикова Е.С., Кокорин И.Д. Система стабилизации температуры в нагревательной печи с применением скользящего регулирования и нечеткой логики // Мехатроника, автоматизация, управление. 2020. Т. 21. № 3. С. 143-157.
4. Рябчиков М.Ю., Рябчикова Е.С., Филиппов С.А. Система управления температурой пара после пароперегревательной установки с применением нечеткой логики для упреждающей компенсации возмущений // Мехатроника, автоматизация, управление. 2021. Т. 22. № 4. С. 181-190.

**Якупов Р.Ш.**, студент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С ФУНКЦИЕЙ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

В современных системах управления технических систем очень много параметров. Оператор не всегда может знать, какие ресурсы управления у него имеются, и он может совершать ошибочные действия, которые трудно предугадать.

Причины подобных ошибок могут быть различны [1]. Они могут быть связаны, например, с неэффективным представлением технологической информации или неопытностью оператора.

В данной работе предложено дополнить систему диспетчерского управления новой функцией, связанной с автоматическим мониторингом количественных и качественных связей между различными параметрами технологического процесса. Это позволяет оперативно выявить неправильные действия оператора, а также должно способствовать его ускоренному обучению, поскольку система может сообщить оператору определенные в ходе работы количественные оценки степени влияния одних технологических параметров на другие.

В существующих системах отследить неверные действия может быть сложно, поскольку даже когда все параметры остаются в определенных диапазонах все равно могут случиться нарушения при неправильном соотношении этих параметров.

Работа новой функции продемонстрирована в системе визуализации на примере модели процесса термической обработки материалов, которые движутся в потоке. В данной виртуальной модели материалы поступают в бак, нагреваются там и выгружаются.

### Список литературы

1. Акатьев А.В., Рябчикова Е.С., Рябчиков М.Ю. Мобильная информационная система для контроля состояния технических систем // Информационные системы и технологии. 2020. № 1 (117). С. 5-13

*Под научным руководством канд. техн. наук, доцента Рябчикова М.Ю.*

**Яруллин А.Р.**, студ.,  
**Бондарев Е.С.**, студ.,  
**Бондарева А.Р.**, ст. преп. каф. АСУ,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ**

Давление в рабочем пространстве методических печей существенно влияет на их тепловую работу. Оно определяет, интенсивность нагрева металла, удельный расход топлива, величину угара и окалинообразования, удобство обслуживания и сохранность агрегата.

Разработанная система управления давлением в печи должна обеспечивать небольшое избыточное давление на уровне металла в томильной зоне. Измерение давления осуществляется с помощью двух датчиков давления Метран-150TG, передающих сигнал о состоянии давления печи на контроллер Simatic S7-400. Непосредственное управление давлением в печи осуществляют два исполнительных механизма МЭО-250/63-0,25 перемещающая клапана, расположенные на трубах, отводящих продукты сгорания. Регулирующее воздействие из контроллера Simatic S7-400 для МЭО-250/63-0,25 поступает на бесконтактные пускатели ПБР-3М, управляющие приводом исполнительного механизма.

От режима давления в рабочем пространстве методической печи зависят качество нагрева металла и экономичность работы агрегата. Таким образом, как завышение, так и занижение давления приводят к перерасходу топлива и ухудшению работы агрегата. Зависимость подсосов холодного воздуха и выбиваний продуктов сгорания от разрежения в дымовом борове имеет экстремальный вид, то есть теоретически существует величина разрежения в дымовом борове, при которой значение подсосов холодного воздуха и выбиваний продуктов сгорания равно нулю. Это делает целесообразным применение системы экстремального регулирования для оптимизации управления газодинамическим режимом нагревательных печей [1-3].

### **Список литературы**

1. Андреев С.М., Парсункин Б.Н. Оптимизация режимов управления нагревом в печах проходного типа: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 378 с. ISBN 978-5-9967-0431-6. Текст: непосредственный.
2. Суходоев М.С., Аврамчук В.С., Замятин С.В. Основы автоматизации производственных процессов. Томск: Академия, 2012. 95 с. ISBN 978-5-9729-0373-3. Текст: непосредственный.
3. Парсункин Б.Н., Андреев С.М., Михальченко Е.С. Автоматизация технологических процессов производств (в металлургии): учебное пособие. Магнитогорск: МГТУ, 2009. 151 с. Текст: непосредственный.

**Алексеев И.С.**, магистрант,  
**Газенаур Е.Г.**, канд. физ.-мат. наук, доц.  
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, РФ

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ**

Добыча угля является одним из важнейших элементов экономической и энергетической системы нашего региона. В настоящее время при проектировании новых шахт и реконструировании шахт используются методы математического моделирования, позволяющие проводить технико-экономическое сравнение значительного числа вариантов при одновременной комплексной или локальной оптимизации основных параметров последних. Необходимость получения высоких нагрузок на очистные забои в условиях месторождений с относительно высокой газоопасностью выдвигает на первый план вопросы выбора рациональных решений по вентиляции, прямо или косвенно определяющих параметры шахты. Эффективность и безопасность добычи угля невозможны без анализа параметров вентиляционной схемы угольной шахты, отношения между элементами которой можно представить в виде сетевой структуры. Для построения и анализа вентиляционной системы используются методы теории графов, автоматного и агрегативного моделирования, сетевого планирования. Возможности отображения структуры и динамики функционирования сложных систем хорошо сочетают сети Петри, использование которых, как показано в работе [1] позволяет установить характер динамического поведения системы из анализа структуры сети путем выявления общесистемных, независящих от технологического содержания свойств исследуемого объекта.

В работе представлены результаты моделирования распределения воздуха вентиляционной системы угледобывающей шахты «Алардинская», ветви и узлы которой моделируются позициями (им соответствуют горные выработки) и переходами (соединения двух и более выработок) сети Петри. Распределение воздуха во всех позициях сети определяли, используя заданные расходы воздуха в исток-овых и стоковых позициях. В рамках формальных свойств сети определена система независимых контуров [1] вентиляционной системы шахты. Программную реализацию построенного на основе теории сети алгоритма движения воздуха в системе искусственной вентиляции шахты проводили на языке программирования «Python». Предварительные результаты программной реализации оценки параметров воздухораспределения в угольной шахте показали сходимость расчетов с исходными данными. Отметим, что решение на сетях вентиляционных задач при использовании в расчетах только подмножества независимых маршрутов и контуров этой же сети значительно упрощается.

### Список литературы

1. Тайлаков О.В. Моделирование процессов воздухораспределения в действующих выработках угольных шахт на основе сетей Петри // Известия ТулГУ. Науки о земле. 2019. Вып. 4. С. 72-79.

**Богданов Н.В.**, ведущий инженер - электроник,  
ПАО «ММК», ОСК цех КИПиА, г. Магнитогорск, РФ

## **УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ АГЛОМЕРАТА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГЛОДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В современных условиях является целесообразным гибкое оперативное управление качеством агломерата для возможности реализации в условиях аглодоменного производства текущей политики предприятия, направленной на снижение затрат или максимизацию производительности с учётом текущей сырьевой базы [3-4]. На качество агломерата и, как следствие, производительность доменной печи, огромное влияние оказывает химический состав и генетическая принадлежность рудных материалов. Поставщики материалов часто меняются при нестабильном рынке.

В настоящее время разработано множество моделей доменного процесса, но малое число из них учитывает качество агломерата. Для управления качеством агломерата была разработана модель разрушения агломерата основана на комбинированной модели напряжённого состояния матрицы с твёрдым включением под действием приложенной нагрузки и закона Риттингера для разрушения твёрдого включения [1]. При адаптации добивались соответствия моделируемой и фактической плотности распределения размеров кусков агломерата после испытания на прочность в барабане Рубина. Для оценивания изменения перепада давления по высоте доменной печи при разрушении агломерата и кокса была разработана модель газодинамики, основанная на уравнении Сабри Эргуна.

При расчёте газодинамических процессов в доменной печи использовалась разработанная модель газодинамики доменного процесса комбинированно с моделью разрушения агломерата. Выполнено изучение влияния прочности агломерата на производительность доменной печи. Для обеспечения требуемой механической прочности агломерата предлагается управлять содержанием углерода коксика в аглошихте с использованием разработанных моделей, а также контроля свойств рудных материалов в потоке [2].

### Список литературы

1. Модель разрушения металлургического агломерата / Рябчиков М.Ю., Гребенникова В.В., Рябчикова Е.С., Богданов Н.В. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2016. Т. 59. № 3. С. 159-166.
2. Обзор рентгенофлуоресцентных анализаторов для контроля свойств рудных материалов / Гребенникова В.В., Богданов Н.В., Рябчиков М.Ю., Рябчикова Е.С. // Приборы. 2014. № 11 (173). С. 45-50.
3. Рябчиков М.Ю., Гребенникова В.В., Рябчикова Е.С. Контроль качества металлургического агломерата с использованием модели восстановимости // Сталь. 2014. № 2. С. 4-8.
4. Рябчиков М.Ю., Гребенникова В.В. Моделирование комплексного влияния производственных факторов на механическую прочность металлургического агломерата // Металлург. 2013. № 4. С. 40-47.

**Мартыненко А.Д.**, студент,

**Редкоус Г.Л.**, студент,

**Голубев Е.А.**, студент,

**Рыжов Д.С.**, студент,

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, РФ

## **УСТРОЙСТВО КОММУТАЦИИ НАГРУЗОК АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ**

Основной задачей работы является создание устройства, позволяющего коммутировать нагрузки различной степени значимости для конечного пользователя.

В работе рассмотрены:

1) Современные автономные системы электропитания (далее – АСЭП), использующие возобновляемые источники энергии и типовая структурная схема такой АСЭП.

2) Эксплуатация АСЭП в режиме работы с солнечными панелями и детальный разбор работы аккумуляторной батареи (далее АБ) в таком режиме, а также подробное рассмотрение свойств АБ разных типов.

3) Принцип отключения нагрузок при достижении АБ различных уровней разряда.

Исходя из данных анализа разрядных характеристик АБ и её свойств было создано устройство для коммутации нагрузок (далее УОН), чтобы исключить глубокий разряд АБ и её деградацию, а также защитить аккумуляторную батарею от аварийных режимов работы (перегрузка, короткое замыкание). Устройство позволяет отключать при некотором нижнем пороговом значении сначала менее важную для пользователя нагрузку, а затем уже при достижении критического уровня заряда АБ отключать от неё, как менее, так и более важную нагрузку с целью недопущения выхода АБ из строя. Модель УОН была реализована с использованием программного продукта Multisim.

### Список литературы

1. Системы электропитания космических аппаратов / Б. П. Соустин, В. И. Иванчура, А. И. Чернышев и др. Новосибирск: Наука, 1994. 318 с.



**Мартюгов А.С.**, аспирант,  
**Ершов Е.В.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Виноградова Л.Н.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Варфоломеев И.А.**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет», г.Череповец, РФ

## **ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЫБРОСОВ МЕТАЛЛА В АГРЕГАТЕ КОВШ-ПЕЧЬ**

Одним из важнейших этапов производственной цепочки по изготовлению стальной продукции является выплавка стали. Одним из ключевых агрегатов обработки стали является агрегат ковш-печь. Агрегат ковш-печь – это звено в единой технологической схеме с дуговыми печами, конвертерами и мартенами для доведения металла в ковше, после его выпуска из плавильного агрегата, до заданной температуры и химического состава.

Если технологический процесс доводки металла идёт не стабильно, расплав может выплёскиваться из агрегата, такое явление называется выбросом. Выброс приводит к потерям годного металла в плавке, увеличению износу оборудования, а также риску получения травм для персонала. Выброс металла из агрегата можно купировать, заблаговременно добавив в плавку алюминиевую смесь [1].

Опытный оператор установки ковш-печь по звуку может определить надвигающийся выброс металла и принять меры по его недопущению. На основе опыта рабочих конвертерного производства, а также анализа звука работы агрегата ковш-печь предложен метод прогнозирования выбросов металла на основе акустического анализа.

В основе разработанного программно-аппаратного комплекса лежит многошаговый алгоритм анализа акустических данных с применением мел-частотных кепстральных коэффициентов. Система позволяет прогнозировать грядущий выброс с точностью 96% со временем реакции достаточным для оперативного реагирования персонала. Практическое применение разработанной системы позволило сократить текущие затраты на каждую плавку, за счёт предотвращения потерь металла в процессе плавки, а также, повысить безопасность технологического процесса доводки стали [2].

### Список литературы

1. Производство стали на агрегате ковш-печь / Дюдкин Д. А., Бать С. Ю., Гринберг С. Е., Маринцев С. Н.; под науч. ред. д.т.н. проф. Дюдкина Д. А. Донецк ООО "Юго-Восток, Лтд", 2003. 300 с.
2. Метод обработки акустической информации для контроля состояния клапанов газоочистного оборудования / А. С. Мартюгов, Е. В. Ершов, И. А. Варфоломеев [и др.] // Дефектоскопия. 2021. № 10. С. 16-24.

**Андреев С.М.**, д-р техн. наук, доц., зав. каф. АСУ  
**Прасолов А.С.**, асп. каф. АСУ  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АЛГОРИТМ КОРРЕКЦИИ РЕЖИМНОЙ КАРТЫ БЛОКА ДОМЕННЫХ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ**

Для эффективного нагрева насадки воздухонагревателей доменной печи составляются режимные карты, по которым производится смена периодов нагрева и дутья с целью оптимальной работы блока. Однако как показало исследование [1] строгое следование режимной карте не всегда эффективно. Это связано с тем, что теплотехнические характеристики насадки изменяются со временем, а также не всегда эффективно используется накопленная тепловая энергия [2].

Целью данного исследования является разработка алгоритма оперативной коррекции режимной карты в зависимости от конечной температуры дымовых газов на выходе из воздухонагревателя, в период нагрева насадки, а также временем отделения воздухонагревателя перед постановкой на дутье.

Коррекция режимной карты осуществляется, когда все воздухонагреватели в блоке произвели полный технологический цикл нагрева и дутья. Производится анализ эффективности работы каждого агрегата. У воздухонагревателей, не достигших максимальной температуры дымовых газов, производится увеличение времени нагрева за счет уменьшения времени дутья. Напротив, у воздухонагревателей достигших максимальной температуры дымовых газов и находившихся продолжительное время в отделении уменьшается время нагрева и увеличивается время дутьевого периода, за счет времени нагрева воздухонагревателей, не достигших максимальной температуры дыма.

В результате эффективно используется тепловая энергия сжигаемого топлива за счет сокращения периода отделения воздухонагревателей с лучшими теплотехническими характеристиками и увеличения аккумуляция тепловой энергии воздухонагревателей с худшими теплотехническими характеристиками. После корректировки режимной карты возможно увеличение температуры горячего дутья, что позволит уменьшить расход кокса для доменной плавки.

### Список литературы

1. Андреев С.М., Прасолов А.С. Анализ работы блока доменных воздухонагревателей при смене режимной карты // Современные достижения университетских научных школ: Сборник докладов национальной научной школы-конференции, Магнитогорск, 25–26 ноября 2022 года. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2021. С. 62-70.
2. Рябчиков, М.Ю. Совершенствование режимов работы блока доменных воздухонагревателей с целью повышения эффективности процесса нагрева дутья [Текст]: Автореферат диссертации / М.Ю. Рябчиков; МГТУ. Магнитогорск, 2005. – 21 с.

**Тихомирова Е.Д.**, маг.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРСОНАЛА В ПОДРАЗДЕЛЕНИИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ**

Оптимизация деятельности персонала, является важной частью рабочего процесса на производстве [1-3]. Для обеспечения требуемых стандартов качества производимой продукции необходим строгий контроль над соблюдением нормативов. Однако в условиях широкого ассортимента производимой продукции организация контроля сотрудником-человеком может быть неэффективной.

Человеку может быть затруднительно запомнить все требования для обеспечения контроля множества разных вариантов продукции. Как следствие возникает проблема, которая заключается в неэффективном использовании производственного времени.

Большую часть рабочего времени работник тратит на поиск информации о требованиях контроля определенного вида продукции, а также на уточнение того, к какому виду продукции относится заказанное для контроля изделие.

При этом снижается концентрация работника, что может негативно отразиться на результатах контроля и снижении качества производимой продукции. Вследствие этого в работе была поставлена цель оптимизации деятельности персонала - минимизировать затрачиваемое время на обработку информации и улучшить качество выполняемой работы.

Для достижения цели была разработана структур информационных потоков и базы данных нормативной информации для помощи в организации контроля. Благодаря этому будет повышена эффективность труда.

### Список литературы

1. Филин М.М. Методика контроля качества на промышленном предприятии // Транспортное дело России. 2016. №5. С. 78-80.
2. Федорова Г.Е. Контроль качества продукции в машиностроении / под ред. Г.Е. Федорова. Краматорск, 2008. 332 с.
3. Кутай А.Б. Анализ точности и контроль качества в машиностроении. М.: 2008. 363 с.

**Шлаев К.И.**, аспирант  
ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»», г. Москва, РФ

## **СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛОВОЙ ФРЕЗЕРНОЙ ГОЛОВКИ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРЯМОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

В настоящее время применяемое на предприятиях оборудование не всегда может обеспечить выполнение требуемых операций для обработки деталей сложной формы. Отсутствие достаточного количества управляемых координат на станках вынуждает использовать различные приспособления для крепления заготовки под необходимым углом. Это приводит к снижению точности обработки и потере времени.

Эту проблему решает применение вспомогательной оснастки – навесных головок. При этом, в несущую систему станка добавляется еще один узел, обладающий массой, податливостью и содержащий стыки между деталями. Это оказывает влияние на надежность станка.

Так же на надежность станка оказывает влияние техническое состояние угловой головки. Учитывая, что планово-предупредительный ремонт вспомогательного оборудования экономически нецелесообразен, актуальным является техническая диагностика состояния применяемых фрезерных головок.

В настоящей работе рассмотрены результаты исследования угловых фрезерных головок с фиксированным углом поворота.

Проводилось два вида исследования динамических характеристик угловой фрезерной головки фирмы Alberti T90-8: имитационное моделирование в программных средах Компас 3D, Solid Works, Autodesk Inventor, и активный эксперимент. В результате эксперимента исследованы собственные частоты угловой головки и показано, что экспериментально полученные данные отличаются от данных, рассчитанных в программных средах. Кроме того, собственные частоты, полученные путем имитационного моделирования, отличаются друг от друга. Это происходит из-за различных способов составления основного уравнения движения в решателях программ.

### Список литературы

1. K.I. Shlaev, F.S. Sabirov Research of the dynamic characteristics of the angular milling head. Modern high technologies. 132 (2022) 62-66.
2. Сабиров Ф.С., Шемякин А.А. Оперативная оценка виброустойчивости станков и состояния шпиндельных подшипников // Вестник машиностроения, №8, 2015, с. 14-16.
3. Козочкин М.П., Маслов А.Р., Сабиров Ф.С. Испытания и диагностика технологического оборудования: учебное пособие. М.: ИЦ МГТУ «Станкин», 2012, 250с.

**Кладиев С.Н.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Языков Н.Е.**, студент  
ФГАОУ ВО НИ ТПУ, г. Томск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПУСКА ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА ДЛЯ СПОСОБА ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Циклическая эксплуатация скважин (ЦЭС) представляет собой способ механизированной добычи нефти с помощью УЭЦН с регулируемым приводом на основе преобразователя частоты (ПЧ), при котором циклическую откачку жидкости из скважины чередуют с накоплением жидкости в скважине. В малодобитные скважины спускается УЭЦН с мощностью и производительностью, много больше скважины. После периода откачки нефтяной смеси последует период накопления и так по кругу (для каждой скважины эти периоды высчитываются индивидуально) [1].

При пуске насоса после периода накопления, после открытия обратного клапана, нефтяной флюид, оставшийся в НКТ будет давить на насос сверху и тормозить его. Это увеличит момент нагрузки на двигателе, который необходимо компенсировать. Пуск происходит при использовании задатчика интенсивности(ЗИ). Исходя из этого, существует необходимость создания имитационной модели для симуляции нагрузки на двигатель в скважине для возможности настройки ЗИ при разных режимах пуска.

Математическая модель будет составлена в среде моделирования SimInTech. На основании проведенных исследований была разработана математическая модель УЭЦН с имитацией нагрузки которая показала, что при легких режимах пуска система выходит на номинальный режим работы, а при осложненных режимах двигатель не может выйти на стационарный режим работы и просто “заваливается”, что не позволяет нормального функционирования установки. Что говорит нам об адекватности созданной модели.

### Список литературы

1. Учет условий эксплуатации при проектировании периодических режимов работы скважин, оборудованных УЭЦН / Ивановский В.Н., Сабиров А.А., Якимов С.Б., Клусов А.А. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 201. № 6. С. 33 – 39.

## **Секция «Теплоэнергетика и энергетика теплотехнологий»**

УДК 621.643

**Нешпоренко Е.Г.**, канд. техн. наук, доцент,

**Соколова М.С.**, ст. преподаватель,

**Осколков С.В.**, ст. преподаватель

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ПАО «ММК»**

Теплоснабжение основных цехов ПАО «ММК», а также дочерних предприятий и сторонних потребителей осуществляется от главных энергетических объектов предприятия, таких как ТЭЦ и ЦЭС. Теплофикационная вода поступает к потребителям через ответвления от раздающих магистральных трубопроводов большого диаметра. Целью теплоснабжения является обеспечение потребителя запрашиваемой тепловой нагрузкой в соответствии с заданным температурным графиком и температурой окружающей среды. Следует отметить, что поставка теплофикационной воды сопровождается потерями как тепловыми, так и материальными. Тепловые потери учитывают потери через тепловую изоляцию с поверхности трубопровода, а также потери нагретого теплоносителя в случае регламентированных профилактических работ, аварии или прорыва трубопровода. Последнее напрямую связано с материальными потерями теплоносителя, что требует восполнения теплофикационного контура химически очищенной водой.

В настоящее время подавляющее большинство потребителей теплофикационной воды имеют приборы учета (более 98 %). Поэтому взаимодействие поставщика теплоты с ее потребителем осуществляется через годовые заключенные контракты с установленными тарифами по теплоснабжению, которые включают в себя среднегодовые затраты на обслуживание тепловых сетей за предыдущий период. Однако существуют ситуации, когда приборы учета тепловой энергии отсутствуют или не работают (ремонт, авария, проверка). В этом случае учет тепловой нагрузки у потребителя осуществляется в соответствии с контрактом, в котором указана максимальная тепловая нагрузка в заданных климатических условиях и с учетом расчетного коэффициента загрузки отопительного прибора (температурного коэффициента) у потребителя, зависящего от температуры наружного воздуха в период времени отсутствия приборов учета. Температурный коэффициент имеет прямую связь с температурным графиком тепловой сети, который утверждается ежегодно. При этом использование только температурного коэффициента для оценки эффективности работы тепловой сети является необоснованным, т.к. не учитывает загрузку сети по расходу теплоносителя и по ее гидравлическому режиму работы. С учетом изменяющихся климатических показателей региона для места расположения потребителей теплоты данная тематика становится все более актуальной и требующей новых подходов в решении.

#### **Список литературы**

1. СП 41-103-2000. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. М.: Госстрой России, 2001. 42 с.

Гашуренко А.В., студ.,

Смурова Т.В., студ.,

Картавец С.В., д-р техн. наук, проф.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## СЖИГАНИЕ СМЕСЕЙ ГАЗОВ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В настоящее время в металлургической промышленности используются различные топливные вторичные энергоресурсы. Коксовый и доменный газы являются энергоносителями, применение которых сопряжено с определенными трудностями. При этом самым простым способом их рационального использования является сжигание, чаще всего совместное с природным газом, непосредственно на месте производства, без транспортировки на дальние расстояния.

В работе изучены сведения о теплоте сгорания и температурах горения различных газов – природного, доменного, коксового, конвертерного. Итоговая диаграмма характеристик смесей газов представлена на рисунке.

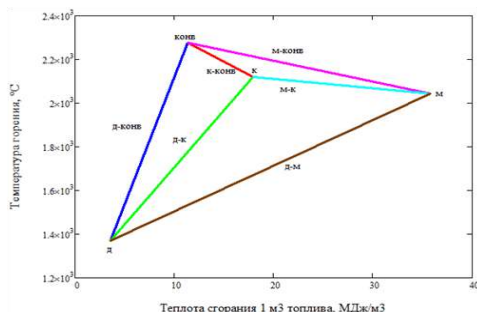


Диаграмма характеристик смесей газов:

конв – конвертерный газ; м – метан; д – доменный газ; к – коксовый газ

Полученные результаты позволяют ориентировочно подбирать парные смеси вторичных газов по их энергетическим характеристикам и могут быть использованы для решения различных задач в теплотехнологиях черной металлургии.

### Список литературы

1. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия. М.: Металлургия, 1985. 480 с.
2. Картавец С.В. Природный газ в восстановительной плавке: СВС и ЭХА: монография. Магнитогорск: МГТУ, 2000. 188 с.
3. Платонов И.В., Картавец С.В. Разработка энергоэффективной тепловой схемы сталеплавильного процесса // Энергосбережение и энергобезопасность. 2015, №4. С.18-21.
4. Попов С.К., Свистунов И.Н. Энергосбережение в топливных печах посредством конверсии природного газа // Вестник МЭИ. 2017, №2. С. 45-54.

**Бузруков Р.И.**, канд. с.-х. наук, доц.

**Жабборов С.С.**, студент

Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина в городе Ташкенте,  
г. Ташкент, Узбекистан

## **ИСТОЩЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ КАК ФУНДАМЕНТ СТРОИТЕЛЬСТВА БИНАРНЫХ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СТАНЦИЙ**

С ростом потребностей в электроэнергии мировые запасы углеводородов с каждым годом все больше опустошаются. Для этого осваиваются альтернативные и возобновляемые источники энергии. Среди них особое место занимает геотермальная энергия. Геотермальная энергия – тепловая энергия, излучаемая распадом радиоактивных элементов ядра Земли. Такая энергия неисчерпаема и не зависит от времени суток и среды. Но месторождений с высокой геотермальной активностью не так много, что ограничивает перспективу разработок геотермальных станций.

Решением данной проблемы является строительство бинарных геотермальных станций. Технология бинарных станций заключается в закачке воды в разогретый пласт. Для этого в качестве геотермальных скважин предлагается освоение истощенных месторождений углеводородов, подверженных ликвидации [1]. В месторождения углеводородов после разработки наблюдается высокая остаточная водонасыщенность. Это объясняется различными факторами такими, как место и способ осадконакопления, составные ресурсы ловушки, применение гидроразрыва пласта, закачивание горячей воды и другие операции, проводимые в ходе освоения, разработки и добычи ресурсов.

В пласт закачивается вода, а разогретые породы пласта нагревают и испаряют закаченную воду. Образовавшийся водяной пар поднимается по скважине к сепаратору и раскручивает турбину, установленную на устье скважины. Отделившаяся вода распределится в камеру с низким давлением, где из нее получают дополнительный пар [2]. Процессы закачки воды, ожидание испарения и получение пара из скважины занимают много времени. Можно использовать сразу два или несколько скважин, в одну из которых закачивается вода, а с остальных получают пар.

Геотермальная энергия имеет хорошие перспективы развития, а экологический вред сведен к минимуму. Выработанную энергию и теплоту можно использовать для электро- и теплоснабжения. А экономическая стоимость вырабатываемой электроэнергии с геотермальных источников в 3 раза дешевле ветряной энергии и в 10 раз – солнечной энергии.

### **Список литературы**

1. Жабборов С.С. Geothermal energy and its development prospects // Journal of innovations in scientific and educational research, 2022. №13. С. 439-441.
2. Феофанов Ю. А. Геотермальные электростанции. М.: «Эко-Тренд», 2005. 217 с.



Демиденко Л.Л., канд. техн. наук, доц.

Тазеев Н.Р., маг.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ПРОФИЛЯ И РЕЖИМА РАБОТЫ**

При проектировании и разработке режима эксплуатации систем централизованного теплоснабжения необходимо определить характер тепловых нагрузок технологических потребителей и рассчитать их значения в зависимости от климатических сезонных условий: температуры наружного воздуха, направления и скорости ветра, солнечного излучения, влажности воздуха и т.п. К сезонной тепловой нагрузке относятся отопление, вентиляция, кондиционирование.

График технологической нагрузки зависит от профиля производственных предприятий и режима их работы. Промышленная и техническая нагрузки имеют переменный суточный график и задаются технологами на основе расчетов или испытаний. Расчетная тепловая нагрузка на технологические нужды принимается по проектным или фактически доступным показателям, т.е. по данным технологии производства. Допускается использование укрупненных удельных расходов теплоты на выпуск единицы продукции.

Доля расхода теплоты на технологические нужды в общем балансе теплоснабжения различных предприятий составляет:

- 90-97 % - нефтеперерабатывающая и нефтехимическая, металлургическая промышленность;

- 80-90 % - текстильная промышленность;

- 70-80 % - пищевая промышленность;

Для определения оптимальных тепловых нагрузок была разработана и реализована математическая модель, позволяющая вычислить тепловую нагрузку на отопление, вентиляцию; нагрузку на технологические нужды различных промышленных предприятий и суммарную тепловую нагрузку технологических потребителей.

Разработанная модель позволяет рассчитать величины тепловой нагрузки для технологических потребителей выбранных производственных предприятий в зависимости от сезонного характера климатических условий при проектировании и разработке режима эксплуатации систем централизованного теплоснабжения, что позволит поддержать температуру помещений на заданном уровне.

### Список литературы

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов. 7-е изд. М.: Издательство МЭИ, 2001. 472 с.: ил. ISBN 5-7046-0703-9.

**Ряжских А.В.**, канд. физ.-мат. наук, доц.,  
**Хвостов А.А.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Соболева Е.А.**, канд. физ.-мат. наук,  
ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж, РФ

## **ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ПРИМЕСЕЙ В СЛОЙ РАСТВОРА С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ С ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТЬЮ СВОБОДНОЙ ГРАНИЦЕЙ**

Задачи с движущимися границами имеют множества предметных приложений: верификация движущейся границы в обратных задачах теплопроводности [1]; анализ переходного режима свободной конвекции и стратификации в резервуарах хранения ожиженных газов [2,3]; оценка механического воздействия на защитные покрытия [4]; повышения эффективности абляционной защиты летательных аппаратов [5] и др.

Сформулирована нелинейная начально-краевая задача для диффузионного уравнения с движущейся свободной границей при граничных условиях второго рода. Переход к неподвижной системе координат с Якобианом преобразования отличным от нуля позволил [6,7], перевести исходную формулировку задачи для псевдоконвективного диффузионного уравнения фиксированной области [8]. Предложенная конечно-разностная схема позволила провести вычислительные эксперименты, которые продемонстрировали особенности формирования концентрационного поля по толщине слоя раствора.

### Список литературы

1. Lin J.-Ch., Wei T. Moving boundary identification for a two-dimensional inverse heat conduction problem // *Inverse Problems in Science and Engineering*. – 2011. V. 19. pp. 1139-1154.
2. A moving-boundary based dynamic model for predicting the transient free convection and thermal stratification in liquefied gas storage tank / Duan Z., Sun H., Cheng C., Tang W., Xue H. // *Int. J. of Thermal Sciences*. 2021. V.160. Article 106890.
3. Ryazhskih A.V. Sedimentation of a low-concentration suspension of Stokes particles in a stirred layer with a movable free boundary // *Technical Physics*. 2019. V. 64. pp. 1082-1089.
4. Sulc S., Smilner V., Wald F. Thermal model for timber fire exposure with moving boundary // *Materials*. 2021. V. 14. pp. 574-584.
5. Авдеевский В.С., Кошкин В.К. Основы теплопередачи в авиационной и ракетно-космической технике. М.: Машиностроение, 1992. 528с.
6. Landau H.G. Heat conduction in a melting solid // *Quarterly of applied mathematics*. 1950. V. 8. pp. 81-94.
7. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел. М.: Высш. шк., 2001. 550с
8. Crank J. Free and moving boundary problems. Oxford: Clarendon Press, 1984. 425р.

**Лемешко М.А.**, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры ТиЭС,  
**Черников С.С.**, студент группы АТб-19,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СХЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НАГРЕВА**

В настоящее время промышленные печи работают с весьма низким термическим КПД, величина которого в производственных условиях чаще всего не превышает 20-30%. Низкий термический КПД промышленных печей обуславливается в основном очень большими потерями тепла с отходящими дымовыми газами, достигающими иногда 50-65% от количества тепла, подведенного в печь.

Проведено исследование теплового баланса методической печи с целью определения основных параметров, влияющих на энергоэффективность и время нагрева. Предложено определить весовые коэффициенты для каждого параметра работы печи, и на основе их анализа предложить мероприятия по повышению энергоэффективности.

Анализ действующей тепловой схемы показывает, что эффективность тепловой схемы можно повысить, если пар системы испарительного охлаждения (СИО) может быть сохранен для нагревательной печи. Для этого его необходимо сконденсировать и направить вновь в СИО, а теплоту его использовать для дополнительного подогрева воздуха на горение. В этом случае часть теплоты первичного топлива возвращается в печь, что сокращает расход топлива на процесс и повышает его энергетическую эффективность, а также сокращается расход энергии на циркуляцию питательной воды для СИО.

Подогрев воздуха не только обеспечивает экономию топлива, но и повышает температуру продуктов сгорания топлива, что способствует ускорению процессов нагрева металла в печах и делает возможным применение новых способов нагрева металла - скоростного, безокислительного, открытым пламенем и др. Печи, предназначенные для работы при высокой температуре рабочего пространства и требующие применения высококалорийного топлива, при установке рекуператоров могут работать на менее качественном (местном) топливе без снижения производительности и ухудшения технологических условий нагрева.

Предложена новая схема теплоснабжения методической печи, учитывающая установку нового рекуператора для подогрева воздуха, а также модернизацию СИО.

**Нешпоренко Е.Г.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Соколова М.С.**, ст. преподаватель,  
**Аминева И.И.**, аспирант  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **НОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ В СИСТЕМЕ ОТПУСКА ТЕПЛОТЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Определение потерь теплоты при транспортировке теплоносителя от источника к потребителю является важной задачей, результаты решения которой оказывают серьезное влияние в процессе формирования заявки на закупку природного газа. Величина тепловых потерь может стать решающим фактором при выборе структуры системы теплоснабжения с возможной ее децентрализацией, выборе температурного графика тепловой сети и др.

Наибольшую долю от общих потерь теплоты в тепловых сетях занимают потери через теплоизоляционные конструкции, которые в общем случае зависят от:

- вида теплоизоляционной конструкции и используемых теплоизоляционных материалов;
- типа прокладки (надземная, подземная, канальная, бесканальная и пр.);
- срока и условий эксплуатации тепловых сетей;
- температурного режима и продолжительности работы тепловой сети в течение года, а также параметров окружающей среды (температуры наружного воздуха, грунта и характера ее изменения в течение года, а в отдельных случаях – от скорости ветра (при надземной прокладке)).

При этом тепловые потери всей тепловой сети определяются путем суммирования тепловых потерь по участкам (раздельно для надземной и подземной прокладок), а также по участкам, отличающимся температурными условиями работы от остальных участков тепловых сетей.

Определение основных параметров для расчета тепловых потерь – среднечасовых температур наружного воздуха, грунта, холодной воды, теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах возможно проводить двумя способами: первый – прогнозирование температур исходя из анализа данных за последние 5 лет и более, или на основании информации с общедоступных сайтов прогнозирования погодных условий; второй – определение температур на основе показаний приборов систем автоматизированной системы управления металлургического предприятия, регистрирующих значения требуемых параметров.

Определение реальных тепловых потерь и сравнение их с нормативными значениями позволяет обосновать эффективность проведения работ по модернизации тепловой сети с заменой трубопроводов и (или) их изоляции.

### Список литературы

1. Хрилев Л.С. Теплофикационные системы. М.: Энергоиздат, 1988. 272 с.
2. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Издательство МЭИ, 2001. 472 с.

Дадашов Р.В., студент  
ФГАОУ ВО НИ ТПУ, г. Томск, РФ

## ВОДООЧИСТКА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ДЛЯ АЭС

Подготовка воды и обеспечение требуемого водно-химического режима (ВХР) имеют первостепенное значение для поддержания работы электростанций и других предприятий без ущерба для производства и снижения эффективности, вызываемых коррозией внутренних поверхностей теплоэнергетического оборудования, а также без образования отложений на теплопередающих поверхностях, шлама в оборудовании и трубопроводах.

В ядерных установках IV поколения, работающих на быстрых нейтронах, всё оборудование, включая активную зону реактора, находится в расплавленном металле. Поддерживать металл в таком состоянии позволяет высокая температура активной зоны реактора. Первый контур реакторной установки с горячим металлом будет отдавать тепло второму контуру с питательной водой. В условиях повышенного давления и высокой температуры крайне важно подобрать водоочистную схему питательной воды во избежание интенсификации негативного воздействия примесей, содержащихся в рабочем теле, на оборудование АЭС.

Проанализировав технологическую схему реактора БРЕСТ-ОД-300 [1], а также химические показатели источника водоснабжения [2], откуда будет браться вода для энергоблока, пришли к выводу, что для повышения надёжности работы оборудования энергоблока необходимо подобрать новый оптимальный режим водоочистки.

Анализ показателей воды в реке Томь свидетельствует о высоких концентрациях следующих веществ: концентрация взвешенных веществ, содержание железа и алюминия, содержание кремния, показатель жёсткости, показатель окисляемости, содержание нефтепродуктов, содержание фенолов. Использовать такую воду на АЭС без предварительной очистки невозможно, так как она не соответствует требованиям, предъявляемым к качеству питательной воды. При создании водоочистной установки, был разработан следующий принцип работы схемы: вода, проходя через фильтр грубой механической очистки, очищается от грубодисперсных примесей. Затем нефтеловушка извлекает воду от нефтепродуктов, потом фильтр каталитический удаляет из воды железо и алюминий, затем ионообменный фильтр умягчает воду. После этого необходимо произвести обеззараживание воды ультрафиолетом и при помощи озонирования. Далее при помощи фильтра обратного осмоса удалятся оставшиеся нежелательные частицы. Работа данной водоочистной схемы приведёт к повышению надёжности и срока эксплуатации оборудования АЭС с данным реактором.

### Список литературы

1. Адамова Е.О. Белая книга ядерной энергетики. Замкнутый ЯТЦ с быстрыми реакторами. М.: Изд-во АО «НИКИЭТ», 2020. 502 с. ISBN 978-5-98706-129-9.
2. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике: учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер. Москва: Издательский дом МЭИ, 2006. 309 с.: ил. ISBN 5-903072-45.

Демин Ю.К., канд. техн. наук, доц.

Кропотин А.И., маг.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО АККУМУЛЯТОРА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ПАРА НА БЛОКАХ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

Блок комплексной очистки (БКО) состоит из 2-х попеременно работающих адсорберов. Воздух с температурой не выше 12 °С и давлением 5-6 кПа поступает в один из адсорберов очищается от влаги, диоксида углерода и углеводородов, проходит через фильтр и поступает в воздухоразделительную установку для дальнейшей ректификации. Другой адсорбер в это время находится на регенерации, которая осуществляется поступающим из ВРУ отбросным азотом, с объемной долей кислорода не более 2%, и температурой на 3 градуса ниже температуры воздуха на выходе из БКО. Данный газ направляется или на нагрев адсорбента, или на его охлаждение в регенерируемом адсорбере.

Нагрев газа осуществляется до температуры 160-180 в электрическом нагревателе или в теплообменнике паром. Полуцикл нагрева и охлаждения с переключениями составляет порядка 220 минут из которых 70 минут уходят на нагрев, а остальное время на переключения и охлаждение. При этом, в случае парового нагрева регенерирующего газа, возникает проблема регулировки подачи пара, т.к. он нужен только во время нагрева. Простое перекрытие подачи пара на время охлаждения (150 минут) негативно скажется на паровой сети и снизит эффективность генерации пара на источнике.

В работе предлагается установить после нагревателя БКО паровой аккумулятор. Данная установка 150 минут будет работать в режиме зарядки, а затем 70 минут выдавать дополнительный пар на нагрев отбросного азота. Тем самым будет достигнута экономия потребления пара.

## **Секция «Безопасность в информационном пространстве. Защита критических информационных инфраструктур»**

УДК 004.72

**Афанасьева М.В.**, ст. преподаватель,  
**Абзалутдинов Д.Р.**, студ. группы АИБ-18-1,  
**Бараков К.Я.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ КИБЕРПОЛИГОНА, ПОЛНОЦЕННО ИМИТИРУЮЩЕГО КОМПЬЮТЕРНЫЕ АТАКИ**

Киберполигон – это многофункциональный программный комплекс, повторяющий инфраструктуры предприятий различных отраслей. Его инфраструктура основана на реальных уязвимостях, обнаруженных в различных информационных системах, что позволяет отработать практические навыки специалистов без риска того, что их действия нанесут ущерб деятельности реального предприятия. Киберполигон представляет собой виртуализованную инфраструктуру, состоящую из различных подключаемых модулей. Атакующие получают единую точку входа, через которую развивают атаку во внутрь сети [1]. Защитники получают доступ к защищаемым машинам и системам мониторинга.

Задачей модуля является имитация компьютерных атак в автоматизированном и ручном режиме, повышающий уровень практической подготовки учащихся и специалистов в выявлении компьютерных атак и расследования инцидентов информационной безопасности.

Под компьютерными атаками подразумеваются атаки на целостность, такие как TCP Reverse Exploit, атаки на доступность, такие как MAC Flooding, и атаки на конфиденциальность, такие как ARP Spoofing [2]. В автоматизированном режиме приложение на основе результатов анализа сети должно определить возможные точки входа в сеть и предоставить пользователю выбор возможного сценария атаки. В ручном режиме выбор вида атаки и цели атакующего воздействия предоставлен пользователю.

Разработанный модуль предназначен для тестирования программного обеспечения, оборудования, элементов автоматизированных систем и систем промышленной автоматизации на реализацию функций информационной безопасности [3], а также для проведения мероприятий по поиску уязвимостей программного обеспечения.

#### **Список литературы**

1. Василенко К.А., Курганов Д.О. Безопасность компьютерных сетей: от киберпреступности до шпионского программного обеспечения // Актуальные проблемы социально-гуманитарного и научно-технического знания. 2020. №1.
2. Юрочкин Н.С. Подготовка и реализация кибератак на организации и физических лиц // Таврический научный обозреватель. 2016. №12.
3. Баранкова И.И., Михайлова У.В., Лукьянов Г.И. Подход к проектированию сети предприятия в защищенном исполнении // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2018. №1. С. 24-28.

**Баранкова И.И.**, д-р техн. наук, проф., зав. каф.,  
**Казаковцев М.С.**, студ. группы АИБ-18-1,  
**Рогачев С.С.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ СОСТАВЛЕНИЕ МОДЕЛИ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ ОБЪЕКТА КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

Согласно Федеральному Закону № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» от 26 июля 2017 года, на объектах критической информационной инфраструктуры должно обеспечиваться устойчивое функционирование системы при проведении в отношении ее компьютерных атак [1]. Одна из ключевых задач обеспечения информационной безопасности на предприятии – это составление модели угроз. Модель угроз необходима для определения требований к системе защиты информации. Модель угроз включает в себя следующие пункты:

1. Описание систем и сетей. Должен включать в себя наименования, классы защищённости, задачи, бизнес-процессы, архитектуру, описание групп пользователей, интерфейсов;
2. Возможные последствия реализации угроз (ущерб);
3. Возможные объекты воздействия угроз;
4. Источники. Включает категории возможных нарушителей, их характеристику и возможности;
5. Способы. Описание способов реализации угроз, а также описание интерфейсов реализации атак;
6. Актуальные угрозы. Финальный список всех возможных угроз, составленный на основе всех предыдущих глав. Также должен включать описание вероятных сценариев реализации и выводы об актуальности угроз.

На этапе проектирования системы защиты информации перед специалистами ставится задача определить состав и содержание мер защиты (в том числе параметры конфигурации), которое позволит выполнить минимально предъявляемые требования и обеспечить нейтрализацию актуальных угроз безопасности [2].

Разработанная система включает модули построения сетевой инфраструктуры, определение и автоматизированный анализ актуальных угроз, а также определение состава и содержания мер защиты.

### Список литературы

1. Федеральный Закон № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://fstec.ru/component/attachments/download/1906> (дата обращения: 10.01.2023);
2. Государственный реестр сертифицированных СЗИ [Электронный ресурс]. URL: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-posertifikatsii/153-sistema-sertifikatsii/591-gosudarstvennyj-reestr-sertifitsirovannykh-sredstv-zashchity-informatsii-n-ross-ru-0001-01bi00> (дата обращения: 10.01.2023)



**Бачурин И.В.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет МЭИ»,  
Институт информационных и вычислительных технологий, г. Москва, РФ

## **К ВОПРОСУ О ЗАЩИЩЁННОЙ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

Компьютерные технологии в современном мире используются практически во всех сферах человеческой деятельности. По мере развития и усложнения средств, методов и форм автоматизации процессов обработки информации повышается зависимость общества от степени безопасности используемых информационных технологий [2]. Актуальность темы нашего исследования заключается в том, что в сегодня существует необходимость защиты информации от постороннего доступа и нежелательных воздействий на нее [3]. Данная проблема возникла ещё давно и является одной из наиболее актуальных проблем из области информационных технологий, что предопределило выбор темы нашего исследования «Разработка методов защищённой передачи данных в распределительных вычислительных системах реального времени». Данная тема соответствует паспорту научной специальности 2.3.2 «Вычислительные системы и их элементы», а именно п.8: "Разработка научных методов и алгоритмов создания архитектур и структур вычислительных систем, сетевых протоколов и служб передачи данных в вычислительных системах, взаимодействия вычислительных систем, построенных с использованием различных телекоммуникационных, мобильных и специальных технологий».

В качестве объекта исследования мы рассматриваем способы защиты информации при передаче в распределённых вычислительных системах. Предметом исследования являются технологии защиты данных при передаче в распределённых вычислительных системах от несанкционированного доступа и подмены данных [1].

Перед нами в настоящий момент стоит цель поиска, научного обоснования и разработки методов повышения защиты данных при передаче в распределённых вычислительных системах реального времени.

### Список литературы

1. Биричевский А.Р. Подход к обеспечению безопасности взаимодействия процессов при разработке операционных систем // Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2013). И 74 VIII Санкт-Петербургская межрегиональная конференция. Санкт-Петербург, 23-25 октября 2013 г. СПб. 2013. С. 49-50.
2. Маскирование структуры распределённых информационных систем в киберпространстве / Ворончихин И. С., Иванов И. И., Максимов Р. В., Соколовский С. П. // Вопросы кибербезопасности. 2019. № 6 (34). С. 92-101.
3. Радченко, Г.И. Распределённые вычислительные. Челябинск: Фотохудожник, 2012. 184 с.

**Григоренко Л.А.**, ассистент,  
**Ивко Д.К.**, студ. группы АИБ-21-2,  
**Поленов П.А.**, студ. группы АИБ-21-2,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМЫ БЫСТРЫХ ПЛАТЕЖЕЙ**

Доля безналичных платежей в России, на конец 2022 года, по данным информационного агентства РИА Новости, составляла более 70%, что говорит о том, что граждане активно начали переходить на безналичные формы оплаты. Необходимость создания системы быстрых платежей в России была обусловлена требованиями Банка России для обеспечения независимости системы платежей и расчетов в рамках формирования национальной платежной системы.

Система быстрых платежей (СБП) – проект, позволяющий совершать практически мгновенные переводы по номеру телефона из одного банка в другой, без потери денежных средств в качестве комиссии за перевод, а также возможность оплачивать свои покупки при помощи телефона и сканирования QR-кода. Все существующие платежные системы обязаны отвечать требованиям мирового стандарта обеспечения безопасности платежных систем - Payment Card Industry Data Security Standard (PCI DSS). Стандарт четко регламентирует основные параметры защищенности - конфиденциальность, целостность, доступность. Центральный Банк Российской Федерации уверяет, что система быстрых платежей является защищенной, так, для защиты клиентов используется двухфакторная система защиты информации. Первым рубежом являются сами банки, которые отслеживают сомнительные номера, предотвращая мошеннические действия по отношению к клиентам компании. Вторым же рубежом служит НСПК – национальная система платёжных карт. Они используют современные системы защиты, которые соответствуют всем стандартам информационной безопасности. С 2017 года платежная система «Мир» запустила платформу защиты платежей MirAccept 2.0, которая дает возможность владельцам карт безопасно совершать платежи как на компьютерах, так и в мобильных телефонах. Но эти методы не исключают вероятности получения мошенниками доступа к счёту в банке. Для того, чтобы избежать потери денежных средств, пользователям следует соблюдать некоторые правила: установить ежедневный лимит на списание средств с лицевого счёта; при обращении сотрудника банка, помнить о том, что сотрудник не должен спрашивать номер карты, СМС-код и другие данные. Таким образом новые технологии надежно защищают все транзакции СБП, повышая доверие пользователей.

### **Список литературы**

1. Бугаев Д.П. Определение готовности национальной платежной системы в обеспечении безопасности с учетом мировых тенденций // Инновации и инвестиции. 2021. №1.

**Коновалов М.В.**, канд. техн. наук, ст. преподаватель,  
**Литвинова А.В.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО СЕРИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ISO/IEC 27000**

Задачей научно-исследовательской работы является разработка системы управления информационной безопасностью предприятия по международному стандарту, с целью выявления и устранения слабых мест организации. Обоснованием проведения работы является инициатива руководства организации обеспечить безопасность информации, активов и систем предприятия.

Система менеджмента информационной безопасности (СМИБ) обеспечивает конфиденциальность (исключение неправомерных доступа, копирования, предоставления или распространения информации), целостность (исключение неправомерных уничтожения или модифицирования информации) и доступность (исключение неправомерного блокирования информации) за счет применения процесса управления рисками. Важно, чтобы СМИБ организации составляла часть процессов и структуры управления организации и была интегрирована с ними. Как правило СМИБ адаптирована к потребностям организации.

Международные стандарты системы менеджмента предоставляют модель для применения при создании и функционировании системы менеджмента. Семейство стандартов ISO/IEC 27000 предусматривает элементы, на основе которых эксперты данной области достигли согласия с учетом лучшей международной практики. В настоящее время это семейство содержит более 30 стандартов по различным направлениям СМИБ, начиная с уровня стратегического управления и контроля СМИБ и заканчивая техническими рекомендациями по применению отдельных программно-технических и организационных мер защиты информации. Используя стандарты СМИБ, организации могут разрабатывать и совершенствовать систему управления защитой информационных активов и подготовиться к независимой оценке своей СМИБ, применяемой для защиты различного рода информации.

По итогам проделанной работы был определен набор организационных, программных и аппаратных мер защиты, и на их основе составлен список рекомендаций по эффективной организации СМИБ в соответствии с международными стандартами.

### Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2021. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности
2. Прищеп С. Как избежать двойных стандартов в информационной безопасности // STEP LOGIC : сайт компании. URL: <https://step.ru/media/opinions/kak-izbezhat-dvoynnykh-standartov-v-informatsionnoy/> (дата обращения: 08.02.2023)

**Кузьмина У.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Афанасьева С.В.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНЦИДЕНТАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Управление инцидентами информационной безопасности является одним из важнейших процессов менеджмента информационной безопасности. Организации обязаны корректно и своевременно отслеживать обработку инцидента на всех этапах его жизненного цикла. В случае возникновения сложностей хотя бы на одном из этапов, возможен полный провал всего процесса, что является недопустимым.

В большинстве случаев на базе многих предприятий установлены средства защиты информации, которые выполняют различные функции защиты, начиная от простого антивируса, заканчивая автоматизированной SIEM-системой. Проблема заключается в том, что поток информации от средств защиты часто анализируется специалистами напрямую, что не является эффективным способом реагирования на инцидент. В результате могут теряться важные данные, которые так необходимы для правильной локализации инцидента или для его расследования.

В данной научно-исследовательской работе описывается процесс разработки системы управления инцидентами информационной безопасности с учетом отечественного ГОСТа Р ИСО/МЭК ТО 18044-2007. Система позволяет объединить все важные информационные элементы в один центр, из которого будет выполняться вся работа с инцидентами: планирование и подготовка, реагирование, расследование, анализ и улучшение. Далее подробно рассматривается архитектура системы управления инцидентами, взаимодействие компонентов подсистем между собой.

Таким образом, данная система позволяет повысить скорость реагирования на инциденты информационной безопасности, оперативно выявлять причины инцидента. Специалисты информационной безопасности смогут консолидировать всю информацию об инцидентах в едином хранилище и оперативно обеспечивать контроль и координацию действий по локализации и расследованиям. Кроме того, с использованием данной системы повышается достоверность получаемых результатов по выявлению причин инцидентов, ответственных лиц и затронутых активов.

### Список литературы

1. Эсон С. Реагирование на компьютерные инциденты. Wiley, 2021. 436 с.
2. Калугина О., Баранкова И., Михайлова У. Разработка инструмента моделирования угроз безопасности информационной системы предприятия // 2nd ICESSE 2020. 2. 2020. С. 9179449.
3. Васильева И.Н. Расследование инцидентов информационной безопасности // Издательство СПбГЭУ, 2019. 113 с.

**Лукьянов Г.И.**, ст. преподаватель,  
**Казаков О.А.**, студ. группы АИБ-19-2,  
**Федорова А.Р.**, студ. группы АИБ-19-2,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **СОВРЕМЕННАЯ ПРОБЛЕМАТИКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕЖСЕТЕВЫХ ЭКРАНОВ В АСУТП ЗОКИИ**

Начало работ по защите информационной инфраструктуры в государственном масштабе было положено с подписанием Указа Президента Российской Федерации от 15 января 2013 г. № 31с[1]. В ходе дальнейшей проработки этого указа появился приказ ФСТЭК от 25 декабря 2017 г. N 239[2], в котором представлены требования к обеспечению защиты значимых объектов критической информационной инфраструктуры (ЗОКИИ). В соответствии с этим документом при разработке проекта по защите информации в преобладающей части выбора для контроля доступа из внешних информационных (автоматизированных) систем является межсетевой экран (МЭ) с модулями расширения функционала, например IPS. ФСТЭК для конкретизации МЭ выпустил информационное сообщение № 240/24/1986 «Об утверждении требований к межсетевым экранам», где указывается что может выступать в качестве МЭ и его типы.

Оценивая ситуацию на объектах КИИ, то сетевая инфраструктура АСУТП многих организаций строилась на сетевом оборудовании компании CISCO. В соответствии с этим для упрощения интеграции проекта защиты выбор МЭ производился в сторону CISCO, МЭ которой были включены государственный реестр сертифицированных средств защиты информации. Но с недавнего времени компания CISCO отменила техническую поддержку на территории РФ и не продлевает сертификаты, а следовательно использование ее в проектах защиты информации недопустимо. Кроме того, еще одним ограничением выбора МЭ является Указ Президента Российской Федерации от 01.05.2022 № 250[3]. В соответствии с изложенным рекомендуется при разработке проекта использовать отечественные сертифицированные средства защиты и рассматривать замену сетевого оборудования АСУТП ЗОКИИ.

### Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 15.01.2013 г. № 31с «О создании государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ, Выпуск № 3, 2013 г. ст. 178
2. Приказ ФСТЭК России от 25 декабря 2017 г. N 239 Требования по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации
3. Указ Президента Российской Федерации от 01.05.2022 г. №250 О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации // Собрание законодательства РФ, Выпуск № 18, 2022 г. ст. 3058

Дусенок Д.Д., студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИЗУЧЕНИЕ NEXT GENERATION FIREWALL. ПРОВЕДЕНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА С ДРУГИМИ БРАНДМАУЭРАМИ**

На сегодняшний день межсетевые экраны являются неотъемлемой частью инфраструктуры любой более-менее крупной компьютерной сети. Применение межсетевых экранов для обеспечения безопасности компьютерных сетей является не только повсеместной практикой, но и обязательным требованием ряда нормативно-правовых актов и стандартов по информационной безопасности.

Термин «файрвол следующего поколения» (Next Generation Firewall-NGFW) был придуман аналитиками Gartner Research и подразумевает использование в устройствах технологий сетевого брандмауэра третьего поколения. Эти решения основаны на брандмауэрах предыдущего поколения, функциональность которых была ограничена лишь простой проверкой и блокировкой при необходимости портов/протоколов. Но поскольку все большее число предприятий сейчас используют онлайн-приложения и службы SaaS, только лишь контроля портов уже недостаточно для обеспечения эффективной сетевой безопасности. В отличие от них, в новых устройствах добавлена тесная интеграция дополнительных возможностей. Таких как встроенная глубокая проверка пакетов (DPI), предотвращение вторжений (IPS) и проверка трафика на уровне приложений (Web Application Firewall).

Файрволы следующего поколения в настоящее время относятся к категории зрелых решений. Однако продолжающийся массовый переход действующих ИТ-систем на общедоступные облачные платформы IaaS, такие как Amazon Web Services, Microsoft Azure и Google Cloud Platform, и, как следствие, рост сложности гибридных сетевых архитектур, является движущей силой для дальнейшего расширения возможностей межсетевых экранов нового поколения.

Стоит отметить, что помимо прочего, NGFW предоставляют множество инструментов для автоматизированной защиты от киберугроз в социальных сетях. Например, они могут проверять веб-ссылки, которые получают сотрудники компании, и блокировать их в том случае, если они ведут на вредоносные сайты.

### Список литературы

1. Что такое межсетевой экран следующего поколения [Сетевой ресурс], URL: <https://dzen.ru/a/XVQVefxrpwCt-2fs> (Дата обращения 09.02.2023)
2. Функции и различия межсетевых экранов [Сетевой ресурс], URL: <https://sbercloud.ru/ru/warp/blog/taznovidnosti-mezhsetevyh-ekranov> (Дата обращения 09.02.2023)
3. Next Generation Firewall (NGFW) – полный обзор [Сетевой ресурс], URL: <https://blog.infra-tech.ru/next-generation-firewall-review/> (Дата обращения 09.02.2023)

*Под научным руководством доцента Мазнина Д.Н.*

**Носова Т.Н.**, ст. преподаватель,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ДЕДУПЛИКАЦИЯ ДАННЫХ КАК МЕТОД АКТУАЛИЗАЦИИ И ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

В условиях постоянного увеличения количества данных наиболее остро встают вопросы хранения и безопасности персональных данных. Одним из подходов к повышению достоверности информации может являться метод дедупликации данных – специализированный метод сжатия массива данных, использующий в качестве алгоритма сжатия исключение дублирующих копий повторяющихся значений.

Основными подходами при реализации дедупликации являются:

**Встроенная дедупликация.** Реализуется программно до и во время процесса ввода данных, в процессе регистрации в клиентской базе. Этот метод производит проверку корректности вводимых данных, ищет и удаляет повторяющуюся информацию в уже имеющихся хранилищах.

**Дедупликация на уровне файлов,** сравнивает данные с уже сохранёнными файлами. Если файл уникален, он сохраняется; если такой файл уже существует на устройстве – сохраняется только указатель на существующий файл. Плюсы этого метода – простота, скорость, почти без снижения производительности.

**Дедупликация на уровне блоков** является самым распространённым способом, который анализирует фрагмент данных (файл) и сохраняет только уникальные повторения каждого блока.

Дедупликация на основе блоков повышает эффективность, поскольку данные разбиваются на фрагменты и им присваивается идентификационный ключ. Если идентифицированы два идентичных хэш-ключа, блоки идентичны. Если на протяжении определенного времени файл будет изменен, то в хранилище данных попадет не цельный файл, а лишь его измененные блоки, что позволяет более эффективно организовать процесс модификации данных.

Таким образом, дедупликация персональных данных повышает эффективность хранения информации, является выгодной при низкой пропускной способности сети, позволяет чаще производить процессы создания и хранения резервных копий данных.

### Список литературы

1. Носова Т.Н., Азовцева А.А., Дегтярева А.В. Программное средство автоматизированного отслеживания нетипичного поведения клиентов банковской сферы // Безопасность информационного пространства. Сборник трудов XVIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 244-248.
2. Носова Т.Н., Носов А.Д. Современные программные средства оценки рисков информационной безопасности предприятия // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 77-й международной научно-технической конференции. 2019. С. 412-413.

**Шишиморов А.П.**, ассистент,  
**Пудовикова В.Д.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА НЕЧЕТКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ И ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЗАИМНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

В статье рассмотрено практическое применение метода для оценки рисков для КИИ «Установка подготовки нефти УПН-500». В работе выявлено 3 основных фактора: идентификация угроз, идентификация уязвимостей, идентификация активов. Каждый из них подразделен на 10 уточняющих факторов. В качестве входных данных каждому из них будет присвоен вес для оценки рисков.

Для решения проблемы отсутствия готовых данных и сложности поиска оптимального значения оценки рисков информационной безопасности в данной статье применяется новый метод информационной меры и нечеткой кластеризации в оценке рисков информационной безопасности. Новый метод определяет количество факторов риска всех данных и зависимость степени безопасности при вычислении взаимной информации. Затем поиск оптимального значения для каждой степени риска определяется как центр точек по K-means алгоритму кластеризации, используется K-means алгоритм кластеризации для классификации данных. Этот метод прост в реализации, легко рассчитывается и позволяет избежать проблемы чувствительности к начальному значению, нелинейности и сложности оценки рисков информационной безопасности.

Оценка рисков является одним из важнейших шагов в управлении рисками информационной безопасности. На практике оценка рисков информационной безопасности является довольно сложным и многоуровневым процессом. Неопределенности, существующие в процессе оценки, являются основным фактором, влияющим на эффективность оценки риска информационной безопасности. При оценке рисков данный критерий учитывается. В информационной безопасности методики оценки рисков используются для прогнозирования возможного ущерба, связанного с реализацией угроз, и оценки необходимого размера инвестиций на построение систем защиты информации.

### Список литературы

1. Черняков П.В., Айдинян А.Р., Цветкова О.Л. Двухуровневая система оценки средств защиты компьютерной информации от утечек // Инновационная наука. 2016. С. 140–144.
2. Горев А.И., Симаков А.А. Обеспечение Информационной Безопасности // Наука. 2020. С. 245.
3. Баранкова И.И., Михайлова У.В., Афанасьева М.В. Минимизация рисков информационной безопасности на основе моделирования угроз безопасности // Динамика систем, механизмов и машин. 2019. Т. 7. № 4. С. 60-66.



**Азовцева А.А.**, ассистент,  
**Корнешук Р.К.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЙ ЗЛОУМЫШЛЕННИКА, НАПРАВЛЕННЫХ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

В наше время существует множество компаний, разрабатывающих программное обеспечение для автоматизации какой-либо части работы предприятия. Каждая такая организация стремится представить свой продукт в наиболее качественном виде. Одним из параметров качества для предприятия является защищенность программного обеспечения от внешних и внутренних нарушителей. Для этого организации, разработавшие такие приложения, должны проверять свои продукты на предмет возможности стороннего воздействия на информацию, обрабатываемую в данном продукте, и применять меры по повышению уровня защищенности. Существуют разные способы повышения уровня устойчивости к действиям злоумышленников. Один из таких способов называется белый хакинг или, иначе говоря, пентест, который заключается в моделировании действий злоумышленника для получения конфиденциальной информации.

Рассмотрение программного обеспечения, обрабатывающего конфиденциальную информацию, передаваемую внутри сети предприятия. Поэтому обеспечение безопасности информации для данного приложения несет большое значение как для компании, разработавшей ее, так и для предприятия, где оно эксплуатируется.

Целью работы является тестирование программного обеспечения, предназначенного для сбора, хранения и передачи конфиденциальной информации в автоматизированной системе управления технологическим процессом, посредством моделирования действий злоумышленника для определения уровня устойчивости программного обеспечения к действиям внутренних или внешних злоумышленников.

Результатом работы будет являться список уязвимостей, которым подвержен данный продукт, и, которые могут повлиять на целостность, доступность или конфиденциальность информации, циркулирующей в приложении, для дальнейшего повышения уровня защищенности разработанного программного обеспечения.

### Список литературы

1. Бегаев А.Н., Бегаев С.Н., Федотов В.А. Тестирование на проникновение. Санкт-Петербург: ИТМО, 2018. 43 с.
2. Милосердов А.В. Тестирование на проникновение с помощью Kali Linux. М: ДМК-Пресс, 2015. 348 с.
3. Инструменты пентестера [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://otus.ru/nest/post/944/> (Дата обращения: 4.02.2023).

**Афанасьева М.В.**, ст. преподаватель,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ HONEYPOT-СИСТЕМ ДЛЯ ПРЕСКРИПТИВНОЙ АНАЛИТИКИ ДЕЙСТВИЙ ЗЛОУМЫШЛЕННИКА**

Для построения эффективной системы защиты объекта от киберугроз недостаточно пользоваться только типовыми решениями по защите активов. Постоянные утечки данных говорят о том, что сегодня главная задача – научиться отражать кибератаки и обеспечивать информационную безопасность предиктивными методами. Причем важно не только спрогнозировать действия нарушителя, но и понять, какие действия нужно предпринять сейчас, чтобы снизить шанс успешной атаки в будущем.

Технологическое развитие опережает способности ИБ-специалистов удерживать все необходимые знания в голове и управлять изменениями. Противодействие современным атакам требует сложных аналитических решений, обеспечивающих умную защиту, позволяющую предотвращать атаки на ранних этапах. Для этого целесообразно использовать искусственные нейронные сети, позволяющие решать такой класс задач, как прескриптивная аналитика.

Вероятностный характер реакции системы защиты на вторжение дает определенные сложности при выстраивании защиты на опережение действий злоумышленника. Также необходимо учитывать непредсказуемость вектора атаки нарушителя. Для сбора данных такого рода подходит использование honeypot-систем в качестве приманки для злоумышленника, позволяющее изучить реакцию систем безопасности и методы атак.

Для качественного обучения нейросети помимо информации с honeypot-систем необходимо собирать данные, полученные при анализе хакерских форумов, позволяющие выявить потенциальных нарушителей путем анализа тональности текста и предугадать новые методы злоумышленников. Данный подход позволит не просто предотвратить уже начавшуюся атаку на инфраструктуру предприятия, но и работать на упреждение.

### **Список литературы**

1. Баранкова И. И., Афанасьева М.В., Федорова А.Р. Модель зрелости безопасности АСУ ТП доменной печи №10 ПАО "ММК" // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2021. № 3(41). С. 57-64.
2. Баранкова И. И., Сергеев С.С. Моделирование систем защиты информации на основе теории графов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2022. №1. С. 373.
3. Поляков В. В., Лапин С.А. Архитектура системы Honeypot для изучения целевых атак // Актуальные проблемы электронного приборостроения АПЭП - 2018 : Труды XIV Международной научно-технической конференции. В 8-ми томах, Новосибирск, 02–06 октября 2018 года. № 3. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. С. 173-176.

**Баранкова И.И.**, д-р техн. наук, проф., зав. каф.,  
**Христофоров В.В.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СПОСОБА СОКРЫТИЯ ИНФОРМАЦИИ ПУТЕМ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН**

Результатом выполнения данной работы, является разработка метода стеганографии, путем моделирования поведения звуковых волн в реальном мире, за счет принципа интерференции волн, а также программное приложение, реализующее данный метод.

Интерференция волн – одно из основных свойств волн любой природы: упругих, электромагнитных, в том числе и звуковых. Обычно под интерференционным эффектом понимают тот факт, что результирующая интенсивность в одних точках пространства получается больше, в других – меньше суммарной интенсивности волн. Важно отметить, что из-за таких особенностей распространения звуковой волны, как: реверберация, поглощение и отражение, будет невозможно использовать данный метод стеганографии в реальных, физических условиях, но моделируя его с помощью компьютерных систем, можно добиться эффекта интерференции и использовать его в стеганографии.

Стеганография занимает свою нишу в обеспечении безопасности: она не заменяет, а дополняет криптографию. Скрытие сообщения методами стеганографии значительно снижает вероятность обнаружения самого факта передачи сообщения. А если это сообщение к тому же зашифровано, то оно имеет еще один, дополнительный, уровень защиты.

Суть разрабатываемого метода заключается в том, что исходное сообщение помещается в контейнер, который представляет собой аудиофайл, путем наложения звуковых волн. Далее заполненный и пустой контейнеры передаются по различным каналам связи и на стороне получателя происходит расшифровка исходного сообщения, за счет повторной конкатенации звуковых волн заполненного и исходного контейнера с полярным изменением его фазы.

Отличительной особенностью данного метода, является использование преобразование исходного контейнера в качестве ключа, что в свою очередь, делает невозможным извлечение стегосообщения из контейнера. Несмотря на бурное развитие стеганографических методов, в свободном доступе имеется недостаточно программного обеспечения для стеганографии в аудио файлах.

### Список литературы

1. Физика звуковой волны [Электронный ресурс]. URL: <https://foxford.ru/wiki/informatika/fizika-zvukovoy-volny> (дата обращения: 10.01.2023);
2. Стеганография и стеганоанализ на аудиофайлах [Электронный ресурс]. URL: [http://elib.sukras.ru/bitstream/handle/2311/29251/vkr\\_strelnikov\\_final.pdf?sequence](http://elib.sukras.ru/bitstream/handle/2311/29251/vkr_strelnikov_final.pdf?sequence) (дата обращения: 10.01.2023).

**Коновалов М.В.**, канд. техн. наук, ст. преподаватель,  
**Максимова М.М.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА И УСТРАНЕНИЯ УЯЗВИМОСТЕЙ**

В настоящее время информационные технологии кардинально меняют нашу жизнь: темпы научно-технического прогресса, характер работы, способы обмена информацией. Несмотря на существования специальной технической литературы, специальных курсов по повышению квалификации в сфере безопасности, существует факт создания различных приложений, содержащих уязвимости. Причиной тому может стать недостаточная квалификация разработчиков, экономией средств на разработку и усовершенствование систем безопасности, незнанием или непониманием руководства предприятия всей важности проблемы.

Уязвимость – недостаток (слабость) программного (программно-технического) средства или информационной системы в целом, который(ая) может быть использован(а) для реализации угроз безопасности информации [1]. Об актуальности задачи поиска уязвимостей в сетевых ресурсах можно судить благодаря появляющимся в открытом доступе данным о вознаграждениях, которые предлагаются на «черном» рынке в обмен на информацию об уязвимостях.

Актуальность проблемы именно для бизнес-среды можно подтвердить анализом отчета «Kaspersky Security Bulletin 2022. Статистика» от лаборатории Касперского [2]. В отчете представлены следующие цифры:

- В течение года 15,37% компьютеров интернет-пользователей в мире хотя бы один раз подверглись веб-атаке класса Malware.
- Наш веб-антивирус заблокировал 109 183 489 уникальных вредоносных объектов.
- Атаки шифровальщиков отражены на компьютерах 271 215 уникальных пользователей.
- За отчетный период майнеры атаковали 1 392 398 уникальных пользователей.
- Попытки запуска вредоносного ПО для кражи денежных средств через онлайн-доступ к банковским счетам отражены на устройствах 376 742 пользователей.

### Список литературы

1. Национальный стандарт российской федерации «Уязвимости информационных систем. Классификация уязвимостей информационных систем» от 01.04.2016 № ГОСТ Р 56546-2015
2. Kaspersky Security Bulletin 2022. Статистика // SecureList URL: <https://securelist.ru/ksb-2022-statistics/106227/> (дата обращения: 11.02.2023).

**Кузьмина У.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Зайцев Е.М.**, студ. группы АИБ-18-1,  
**Кремлев Е.С.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ КИБЕРПОЛИГОНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВЕБ-СЕРВИСОВ ОТ АТАК НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТИ**

В настоящее время широко применяют киберполигоны для моделирования сетевой инфраструктуры предприятия и ее тестирования на проникновения. Также киберполигоны могут использоваться для обучения правильного построения сетей, методологий атак и тактик защиты.

Задачей модуля киберполигона является полноценная имитация сети и составляющих ее устройств. В возможности полигона входят создание виртуальных машин на основе имеющихся шаблонов, создание новых шаблонов, построение связей между машинами и сохранение построенной сети с возможностью быстрой загрузки.

Популярность веб-приложений постоянно растет, поскольку с их помощью предприятия и корпорации размещают множество своих сервисов. Однако, организации по-прежнему сталкиваются с уязвимостями в веб-приложениях. Для защиты веб-приложений используются различные инструменты, например WAF (Web Application Firewall), а также методологии по написанию безопасного кода и обработки входных данных. Однако не все атаки и уязвимости возможно исключить благодаря этим методам и инструментам. Зачастую требуется анализ специалистом информационной безопасности. Однако, обрабатывать весь объем входящих данных является затруднительной задачей.

Задачей модуля для защиты является защита веб-сервисов от типовых атак на веб-приложения и предупреждение администратора веб-сервиса. Модуль должен перехватывать http-пакеты и анализировать с помощью нейросети на наличие вредоносных нагрузок и нетипичное содержание и структуру http-пакетов. При обнаружении таких нагрузок модуль генерирует предупреждение, которое заносится в логи и отправляется администратору сети.

### Список литературы

1. Голубев Ю.Ф. Нейросетевые методы в мехатронике. М.: Изд-во Моск. унта, 2007. 157 с.
2. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник. СПб.: Питер, 2016.
3. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение = Deep Learning. М.: ДМК-Пресс, 2017. 652 с.
4. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. СПб.: Питер, 2018. 480 с.

**Лукьянов Г.И.**, ст. преподаватель,  
**Мирская С.Д.**, студ. группы АИБ-18,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ТЕСТИРОВАНИЕ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ КАК МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИИ**

Любая существующая организация для достижения своих целей постоянно стремится к развитию, в связи с чем закупается новое оборудование, осваиваются новые технологии. Как следствие, информация, которая хранится, передается и обрабатывается в системе, приобретает особую важность. В свою очередь современное развитие информационных технологий позволяет злоумышленникам получить доступ к сегменту сети компании, что открывает огромные возможности для вредоносных действий.

Рассматривая вопрос конкуренции, важно понимать, что утечка конфиденциальной информации компании, которой овладела другая организация, может повлечь за собой огромный ущерб. Поэтому каждая компания стремится, как можно качественнее, относиться к вопросу безопасности информации. Как способ построения надежной и безопасной системы, организации используют мышление злоумышленника. То есть, чтобы защитить свою информацию от нарушителя, необходимо думать и действовать как он. Таким образом, моделируя поведение злоумышленника, можно сделать выводы, на какие аспекты специалистам стоит обратить внимание при разработке системы защиты информации. Специалисты, имитирующие взломы системы и проводящих тесты на ее надежность, называют «белыми» хакерами или пентестерами. Они по запросу бизнеса находят уязвимости в структуре компании, которые могут привести к потенциальному взлому. Сам процесс выявления слабых мест называется «пентестом».

Целью данной работы является тестирование на проникновение корпоративной информационной системы организации путем моделирования действий злоумышленника. Основная задача состоит в поиске уязвимостей, с помощью которых у нарушителя появится возможность проникнуть в систему извне, получить доступ к информации с целью нарушения ее конфиденциальности, целостности и доступности.

### Список литературы

1. Бегаев А.Н., Бегаев С.Н., Федотов В.А. Тестирование на проникновение. Санкт-Петербург: ИТМО, 2018. 43 с.
2. Милосердов А.В. Тестирование на проникновение с помощью Kali Linux. М: ДМК-Пресс, 2015. 348 с.
3. 20 лучших инструментов для хакинга на Kali Linux [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://proglib.io/p/20-luchshih-instrumentov-dlya-hakinga-na-kali-linux-2019-11-30> (Дата обращения: 4.02.2023).
4. Инструменты пентестера [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://otus.ru/nest/post/944/> (Дата обращения: 4.02.2023).

**Федорова А.К.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **УТЕЧКА ИНФОРМАЦИИ В ДАРКНЕТ. ПОСЛЕДСТВИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛИЧНЫХ ДАННЫХ**

В нашей современной жизни, в век стремительного развития информационных технологий, все больше сфер стараются упростить оказание услуг и полностью облегчить самые обыденные дела начиная с покупки продуктов заканчивая приобретением билета на самолет. Человеку достаточно установить нужное приложение на телефон или просто зайти на сайт, заполнить необходимую информацию о себе и выбрать услугу. Просто, легко и удобно, но безопасно ли это?

Ежедневно становится известно об утечке данных с сотни различных платформ и сайтов компаний. Такие утечки могут содержать имена, адреса, номера телефонов, паспортные данные и даже результаты медицинских анализов клиентов. Эти данные активно фигурируют и продаются в даркнете любому желающему, а порой и просто попадают в открытый доступ.

Даркнет (англ. DarkNet, «черный интернет», или «теневого интернет») – это скрытый сегмент интернета, доступный только через специализированные браузеры. Для безопасности пользователей сети даркнет полностью анонимен - для доступа к нему используется зашифрованное соединение между участниками.

Некоторые утечки могут остаться даже не замеченными, так как не причиняют никакого ущерба владельцу информации, но что, если украденные сведения способны подорвать репутацию, финансовое состояние и стать источником больших и серьезных неприятностей.

Целью данной работы является обзор актуальной информации, утекающей и продающейся в теневом интернете, последствия таких утечек, а также рекомендаций для владельцев информации, которые помогут минимизировать риски и обезопасить свои личные данные.

### Список литературы

1. Информационная безопасность открытых систем: в 2-х т. Т.2. Средства защиты в сетях / С.В. Запечников, Н.Г. Милославская, А.И. Толстой, Д.В. Ушаков. М.: ГЛТ, 2018. 558 с.
2. Обзор черного рынка «пробива» Российских физических лиц. URL: <https://dlbi.ru/illegal-search-in-bases-review-2022>
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Безопасность компьютерных сетей: учеб. пособие. 2-е изд. Москва: Горячая линия – Телеком, 2018. 644 с.

*Под научным руководством доцента Мазнина Д.Н.*

**Перминова А.В.**, ассистент,  
**Маркин Е.В.**, студ. группы АИБ-22-2,  
**Поливин Н.В.**, студ. группы АИБ-22-2,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОЦЕНКА УРОВНЯ ОБУЧЕННОСТИ СТУДЕНТОВ ОСНОВАМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МГТУ ИМ. Г.И. НОСОВА**

В современных условиях цифровизации с каждым днем увеличиваются объемы хранящейся и обрабатываемой информации, которая является ценным ресурсом и сильным рычагом воздействия и управления. Пользователь – один из важнейших, а также один из наиболее уязвимых компонентов информационной системы. В число самых эффективных способов несанкционированного доступа к информации входят атаки с помощью методов социальной инженерии.

По данным экспертно-аналитического центра InfoWatch в 2022 году резко выросла доля утечек в промышленности и в торговле, а доля умышленных нарушений среди утечек информации, которые произошли по вине персонала и подрядчиков, составила 76%. Благодаря этому, становится актуальным вопрос обучения нынешних и будущих сотрудников экономических субъектов основам информационной безопасности.

Целью научно-исследовательской работы является определение уровня знаний и навыков информационной безопасности студентов МГТУ им. Г.И. Носова, не являющихся обучающимися профильных специальностей в рассматриваемой области. Полученные на основании проведенного эксперимента результаты позволяют оценить текущий уровень компетенций респондентов, по выявленным пробелам в знаниях спрогнозировать риски возможных утечек информации при различных ситуациях, в том числе бытовых и производственных, и выстроить дальнейший вектор обучения и развития студентов.

### **Список литературы**

1. Михайлова У.В., Перминова А.В. Обеспечение информационной безопасности при угрозах реализации методов социальной инженерии // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 80-й международной научно-технической конференции. 2022. Т. 1. С. 383.
2. Отчет об исследовании утечек информации ограниченного доступа в 2022 году // Экспертно-аналитический центр InfoWatch. 2022. С. 9.
3. Вынужденная цифровизация: исследование цифровой грамотности россиян в 2021 году // Аналитический центр НАФИ [Электронный ресурс]. URL: <https://naf1.ru/analytics/vynuzhdennaya-tsifrovizatsiya-issledovanie-tsifrovooy-gramotnosti-rossiyan-v-2021-godu/> (дата обращения: 10.06.2022).
4. Социальная инженерия и информационная безопасность / Л. Е. Мартынова, К. Е. Назарова, С. М. Попков [и др.]. Текст : непосредственный // Молодой ученый. 2017. № 1 (135). С. 61-63. URL: <https://moluch.ru/archive/135/37956/> (дата обращения: 15.11.2022).



**Шишиморов А.П.**, ассистент,  
**Малиновский М.Д.**, студ. группы АИБ-22-2,  
**Таныгина М.В.**, студ. группы АИБ-22-2,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВОЗМОЖНОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

В настоящее время сферы искусственных нейронных сетей и машинного обучения развиваются с огромной быстротой, следовательно, расширяются возможности применения нейронных сетей в различных направлениях.

С увеличением количества предприятий, относимых к критической информационной инфраструктуре, возрастает необходимость обеспечения высокого уровня информационной безопасности их информационных систем. Число кибератак постепенно увеличивается, причём большая часть из них имеет целенаправленный характер и ориентировано на сферы здравоохранения и промышленности. При этом существенная часть выявленных уязвимостей информационных систем организаций относится к высокой и критической степеням риска, что ставит под удар сразу три свойства безопасности данных – целостность, конфиденциальность и доступность.

Одним из наиболее перспективных направлений своевременного выявления уязвимостей систем информационной безопасности и совершенствования их защиты является использование искусственных нейронных сетей, способных к анализу большого объёма данных. В связи с этим представляется исследование специфики их применения при решении задач, обеспечения информационной безопасности.

Целью работы является изучение особенностей использования искусственных нейронных сетей в сфере информационной безопасности, их преимуществ и угроз. Для её достижения были использованы методы анализа и синтеза научных публикаций и литературных источников по рассматриваемой теме.

### **Список литературы**

1. Арзамасцев Н.А. Особенности использования искусственных нейронных сетей в сфере информационной безопасности // StudNet. 2022. №5. С. 3936 – 3945.
2. Общая концепция выявления вторжений неизвестного типа на основе нейронных сетей / С. Ж. Симаворян, А. Р. Симонян, Г. А. Попов, Е. И. Улитина // Программные системы и вычислительные методы. 2021. №4. С. 23-45.
3. Бринк Х., Ричардс Д., Феверолф М. Машинное обучение // Библиотека программиста. 2017. №1. С. 27-30.
4. Шишиморов А.П., Самовиков С.О., Опасность использования NFT в современном мире // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 80-й международной научно-технической конференции. 2022. Т.1. 640 с.

**Пермякова О.В.**, ст. преподаватель,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ИНЦИДЕНТАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА БАЗЕ SOAR-СИСТЕМ**

Решения класса SOAR (Security Orchestration, Automation and Response) предназначены для координации и управления системами обеспечения информационной безопасности (далее – ИБ) за счет интеграции технологий и инструментов сбора данных об инцидентах ИБ и автоматизации типовых сценариев реагирования на них [1].

Принцип работы SOAR-систем строится на следующих функциональных возможностях:

1. Сбор данных о потенциальных инцидентах ИБ из множества разных источников корпоративной системы мониторинга состояния ИБ, таких как: SIEM-системы, программное обеспечение антивирусной защиты, DLP-системы, межсетевые экраны, журналы событий операционных систем [2].

2. Дополнение информации об инцидентах ИБ данными из внешних источников, песочниц (PT Sandbox) и баз с аналогичными инцидентами и формирование перечня вовлеченных в инцидент устройств и объектов.

3. Оценка состояния инфраструктуры, определение потенциально вредоносных событий, классификация их по степени риска и информирование специалистов по ИБ.

4. Реагирование на инциденты ИБ путем отправки соответствующих команд и задач компонентам системы обеспечения ИБ (например, дистанционное удаление вредоносных объектов или помещение их в карантин или управляющая команда на межсетевой экран для блокирования IP-адреса) и формирование отчетности в виде диаграмм, обновляемых в режиме реального времени.

Решения класса SOAR схожи с решениями класса SIEM, но основным различием является то, что SIEM-решения направлены на сбор данных об инцидентах ИБ и ручное управление ими, а SOAR-решения автоматизируют агрегацию данных об инцидентах ИБ из разных источников, тем самым позволяя специалистам ИБ провести более комплексный анализ инцидентов ИБ при реагировании и ликвидации их последствий.

На текущий момент на российском рынке представлены следующие продукты класса SOAR: платформа R-Vision SOAR, система автоматизации обеспечения безопасности на базе ePlat4m и платформа Security Vision IRP/SOAR.

### Список литературы

1. Security Vision. SOAR-системы – URL: <https://www.securityvision.ru/blog/soar-sistemy/> (дата обращения 09.02.2023) – Текст: электронный.

2. Encyclopedia by Kaspersky. SOAR (Security Orchestration, Automation and Response) – URL: <https://encyclopedia.kaspersky.ru/glossary/security-orchestration-automation-and-response-soar/> (дата обращения 09.02.2023) – Текст: электронный.

**Федорова А.К.**, студент группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АУДИТ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТЫ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ, ВЫЯВЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ УГРОЗ И УЯЗВИМОСТЕЙ**

Информационная безопасность предприятия – это защищенность информации, которой располагает предприятие (производит, передает или получает) от несанкционированного доступа, разрушения, модификации, раскрытия и задержек при поступлении. Информационная безопасность включает в себя меры по защите процессов создания данных, их ввода, обработки и вывода.

Для обеспечения надежной защиты и определения необходимых средств защиты информации на объекте требуется определить актуальные угрозы, оценить их вероятность, после чего необходимо провести анализ и подбор необходимых средств защиты для актуальных угроз. Для реализации данных аспектов, в том числе, и существует аудит информационной безопасности.

Аудит информационной безопасности — мероприятия для проверки текущего состояния защиты ИТ-инфраструктуры, выявления потенциальных угроз и уязвимостей. Аудит позволяет оценить и прогнозировать риски, управлять их влиянием на бизнес-процессы фирмы, корректно и обоснованно подойти к вопросу обеспечения безопасности её информационных активов, стратегических планов развития, маркетинговых программ, финансовых и бухгалтерских ведомостей, содержимого корпоративных баз данных. В конечном счете, грамотно проведенный аудит безопасности информационной системы позволяет добиться максимальной отдачи от средств, инвестируемых в создание и обслуживание системы безопасности фирмы.

Для проведения аудита необходимо собрать сведения о системе и определить ее текущий уровень защищенности, после чего сопоставить принятые меры с мерами, необходимыми для обеспечения безопасности информации. В результате выполнения такой работы нужно предоставить рекомендации для предприятия, по принятию необходимых мер (если таковые требуются) по модернизации системы.

### Список литературы

1. Информационная безопасность открытых систем: в 2-х т. Т.2. Средства защиты в сетях / С.В. Запечников, Н.Г. Милославская, А.И. Толстой, Д.В. Ушаков. М.: ГЛТ, 2018. 558 с.
2. Гришина Н.В. Информационная безопасность предприятия: учебное пособие. М.: Форум, 2020. 159 с.
3. Аудит безопасности критической инфраструктуры специальными информационными воздействиями / Климов С.М., Марков А.С., Михайлов Р.Л., Саенко И.Б. СПб.: Научное издание, 2018. 122 с.

*Под научным руководством ст. преп. Мазниной Ю.А.*

**Бачурин И.В.**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет МЭИ»,  
Институт информационных и вычислительных технологий, г. Москва, РФ

## **ЗАЩИТА СЕТЕВЫХ УСТРОЙСТВ В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТОМ МЭК 62443-4-2**

Угроза кибератак на различные объекты постоянно растет. С развитием ИТ технологий цели злоумышленников изменились. С атак на информационные активы хакеры переключились на промышленные системы автоматизации и управления (IACS). Взлом и нарушение работы промышленных объектов может повлечь серьезные аварии и повреждения оборудования, вплоть до полной остановки работы объекта и разрушения компонентов системы. Вместе с повышением эксплуатационной эффективности данная тенденция также вызывает повышенную обеспокоенность владельцев систем угрозами кибербезопасности [3]. Данные опасения оправданы. В недавнем отчете, опубликованном группой ICS-CERT (Industrial Control \Systems Cybersecurity Emergency Response Team), подсчитано, что исследователи зафиксировали 392 случая кибератак на промышленную инфраструктуру в США в 2016 году, что больше по сравнению с 295 случаями в предыдущем году. Темпы роста количества уязвимостей составили 32,88% в период с 2015 по 2016 год. Поэтому неудивительно, что владельцы промышленных систем все чаще нуждаются в решениях кибербезопасности, позволяющих им создавать защищенные системы для промышленных задач [2]. Чтобы противостоять кибератакам, необходимо обеспечить безопасность системы на всех уровнях АСУ ТП, в том числе: операционном ОТ, информационном ИТ и даже на уровне отдельного устройства. Требования киберзащищенности определяет стандарт IEC 62443, который в последнее время стал популярным и внедряется на всех уровнях АСУ ТП.

Стандарт МЭК 62443 включает рекомендации для различных частей сети и для тех, кто выполняет различные обязанности при работе с ней. В прошлом владельцы оборудования для организации безопасности сети полагались на решения системных интеграторов (СИ), таких как Siemens, Honeywell и АВВ. Однако многие СИ в настоящее время требуют, чтобы поставщики компонентов соблюдали подраздел стандарта МЭК 62443, касающийся их устройств [1].

Из сказанного следует, что повышение надёжности функционирования системы защиты сетевых устройств в соответствии со стандартом МЭК 62443-4-2 является актуальной задачей.

### Список литературы

1. MOXA обеспечит кибербезопасность устройств по стандарту IEC 62443 URL: <https://moxa.pro/blogs/articles/moxa-obespechit-kiberbezopasnost-ustroystv-postandartu-iec-62443> (дата обращения: 28.11.2022).
2. Шаньгин В.Ф. Защита в компьютерных системах и сетях. Москва: ДМК Пресс, 2012.

**Коновалов М.В.**, канд. техн. наук, ст. преподаватель,  
**Щеголихин И.С.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ СОКРЫТИЯ ИНФОРМАЦИИ**

Целью настоящей работы является проведение анализа и сравнения современных стеганографических методов [1] сокрытия информации. Для достижения поставленной цели выбраны несколько стеганографических методов, с целью их рассмотрения. Среди них присутствуют аддитивные, блочные и нелинейные методы [2].

Для исследуемых стеганографических методов рассматривается теоретическая составляющая в общем виде без привязки к конкретным средствам. В научной работе представлены лишь ключевые моменты каждого рассмотренного метода, но не вся теоретическая база.

Для реализации некоторых методов используется специальное программное обеспечение [3]. Для исследуемых методов рассматривается зависимость между объёмом скрываемой информации и корреляцией [4] между соседними единицами информации. Исходные данные, результирующая информация и коэффициенты корреляции для каждого отдельного случая представлены в виде сводной таблицы.

На основании полученных теоретических сведений и практических результатов, полученных для исследуемых методов, происходит сравнение стеганографических алгоритмов, целью которого является выявления особенностей конкретного метода.

Проведенное исследование может быть полезным для принятия решения об использовании конкретного стеганографического алгоритма для решения поставленной задачи. Кроме практического интереса, текущая статья может быть полезна при определении векторов развития стеганографических методов, а также служить отправной точкой для углубленного изучения некоторых областей стеганографии или отдельных её методов.

### Список литературы

1. Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. Цифровая стеганография. М.: Солон–Пресс, 2009. 272 с.
2. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. К.: МК–Пресс, 2006. 288 с.
3. Герлинг Е.Ю., Ахрамеева К.А. Обзор современного программного обеспечения, использующего методы стеганографии // Экономика и качество систем связи. 2019 № 3 (13). С. 51–58.
4. Сидоренко А.В., Шишко М.С., Шифрование изображений на основе хаотических отображений с использованием параллельных вычислений // Информатика. 2017. №4. С. 78–88.

**Коринченко Г.М.**, ст. преподаватель,  
**Михайлова О.Е.**, студ. группы АИБ-20-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

На сегодняшний день рынок защиты информации предлагает целый ряд инженерно-технического, программно-аппаратного, криптографического характера средств защиты информации. Создание системы защиты информации является главной задачей в работе любой автоматизированной системы.

Анализ работы последних форумов по информационной безопасности и активное обсуждение проблем безопасности информации в сети Интернет показал, что наиболее актуальным и перспективным направлением для обеспечения безопасности стало использование математических моделей. Модель может применяться при разработке замысла защиты, в ходе планирования, предотвращения и нейтрализации угроз информационной безопасности.

В процессе проектирования сложных систем, таких как комплексные и интегрированные средства защиты информации информационных систем (ИС), в большинстве случаев прибегают к моделированию основных процессов, происходящих внутри системы и на стыке «среда-система». Кроме того, модели могут использоваться для проведения мониторинга и аудита безопасности на этапах эксплуатации и сопровождения ИС.

Для реализации системного подхода к решению проблемы обеспечения информационной безопасности необходимо комплексное использование методов моделирования систем и процессов защиты информации. Целями такого моделирования являются поиск оптимальных решений управления методами защиты, оценки эффективности использования средств и методов защиты и т.п.

Под моделированием здесь понимаются математическое моделирование, позволяющее получить формальное описание системы и производить в дальнейшем количественные и качественные оценки ее показателей.

Одной из основных целей моделирования систем защиты информации является создание максимально эффективной системы.

В данной научно-исследовательской работе описывается достаточно объемный анализ общих моделей средств защиты информации. Также рассмотрена теория Марковских процессов при проектировании средств защиты информации.

### Список литературы

1. Курилов Ф.М. Моделирование систем защиты информации. Приложение теории графов // Технические науки: теория и практика: материалы III Международн. науч. конф. (г. Чита, апрель 2016 г.). Чита: Издательство Молодой ученый, 2016. С.6-9.
2. Рацеев С.М. Математические методы защиты информации: учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 544 с.

**Кузьмина У.В.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Ткачев Ю.Р.**, студ. группы АИБ-18-1,  
**Цапов А.Е.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Управление современным предприятием непосредственным образом связано с решением двух задач: построения интегрированной информационной среды, содержащей актуальные знания, и обеспечения безопасности функционирования предприятия в смысле снижения рисков потери, порчи или разглашения информации, подлежащей защите.

В настоящее время для обеспечения информационной безопасности на промышленном предприятии используются различные методы по проектированию систем защиты информации. Для повышения эффективности мер, направленных на обеспечение информационной безопасности, системы на базе машинного обучения выдают рекомендации для дальнейших действий, основанные на анализе модели поведения и предпринятых решений, предлагая тем самым наилучший порядок действий. Такой продукт необходим при проектировании системы защиты информации и повышении ее неуязвимости в ходе модернизации или изменения конфигурации. В представленной статье рассматривается автоматизированное проектирование систем защиты с использованием технологий машинного обучения.

Классифицированы угрозы нарушения информационной безопасности. Определены основные классы событий безопасности. Создана математическая модель нейронной сети, указаны входные параметры ее работы. Действующая ИС предприятия генерирует многочисленные события, что обуславливает необходимость автоматического сбора и анализа данных с подсистем регистрации объектов ИС. Детально рассмотрен процесс анализа событий безопасности, так как от корректности данных, полученных таким образом, зависит адекватность сгенерированных проектных решений. Сформирован алгоритм работы программного комплекса.

### Список литературы

1. Государственный реестр сертифицированных средств защиты информации [Электронный ресурс]. URL: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-po-sertifikatsii/153-sistema-sertifikatsii/591-gosudarstvennyj-reestr-sertifitsirovannykh-sredstv-zashchity-informatsii-n-ross-ru-0001-01bi00> (дата обращения: 20.01.2023);
2. Банк данных угроз безопасности информации [Электронный ресурс]. URL: <https://bdu.fstec.ru/threat> (дата обращения: 21.01.2023);
3. Жидко Е.А. Методические основы системного моделирования информационной безопасности // Вестник Евразийской науки. 2016. №3. С. 20-38;
4. Модели в информационной безопасности // Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/467269/> (дата обращения: 22.01.2023);

**Лукьянов Г.И.**, ст. преподаватель,  
**Парфирьев К.А.**, студент АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЛЕКСА «КРИСТАЛЛИЗАТОР 2000»**

В настоящее время предприятия сталкиваются с проблемами обеспечения информационной безопасности и сохранности конфиденциальных данных. Понятие «безопасность» достаточно широкое и может включать в себя информационный, коммерческий, юридический и физический аспекты [1].

Очевидно, что необходимо уделять повышенное внимание к обеспечению информационной безопасности на крупном предприятии, ведь физическая охрана и рядовые технические средства не могут обеспечить полную сохранность информации на крупном объекте, занимающим значительную территорию, состоящего из целого комплекса зданий и имеющего необходимость обрабатывать большое количество данных. С увеличением количества предприятий возрастает конкурентная борьба между ними, а значит и вероятность промышленного шпионажа. Промышленный шпионаж - форма недобросовестной конкуренции, при которой осуществляется незаконное получение, использование, разглашение информации, составляющей коммерческую, служебную или иную охраняемую законом тайну с целью получения преимуществ при осуществлении предпринимательской деятельности, а именно получения материальной выгоды.

В настоящее время на комплексе «Кристаллизатор 2000» существует система информационной безопасности, включающая в себя различные технические средства. С течением времени появляются новые способы реализации угроз, наносимых ущерб персональным данным, а значит средства борьбы с ними нуждаются в усовершенствовании.

В целях модернизации системы защиты необходимо поэтапно выполнить следующие действия [2]:

- проанализировать текущий уровень защищённости;
- предложить средства для защиты от актуальных угроз;
- сравнить возможные средства защиты от актуальных угроз;
- обосновать выбор средств защиты.

### Список литературы

1. Годырева А.В., Николаева Т.С. «Основные направления обеспечения комплексной защиты информации крупных предприятий» 2007 год. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://ntv.ifmo.ru/ru/article/2775/osnovnye\\_napravleniya\\_obespecheniya\\_kompleksnoy\\_zaschity\\_informacii\\_krupnyh\\_predpriyatiy.html](http://ntv.ifmo.ru/ru/article/2775/osnovnye_napravleniya_obespecheniya_kompleksnoy_zaschity_informacii_krupnyh_predpriyatiy.html)
2. Методический Документ: «Методика определения угроз безопасности информации в информационных системах». ФСТЭК 2008 год. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://fstec.ru/component/ attachments/download/812](http://fstec.ru/component/attachments/download/812)



**Феоктистов В.С.**, ученик 10 класса Проектной школы  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРОЕКТ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ «БЕЗОПАСНАЯ ШКОЛА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ РОБОТОТЕХНИКИ**

В современном мире случаи вооруженного нападения на учебные заведения уже не редкость. Планируемые акты скулшутинга создают угрозу жизни и здоровью людей. Сама социальная опасность данного явления и его последствий свидетельствует о необходимости дальнейшей разработки мер как предупреждения такого поведения, так и его пресечения. Следует выделить ряд характерных черт скулшутинга: 1) местом совершения преступлений являются образовательные учреждения; 2) лицами, совершающими данные преступления являются учащиеся образовательных учреждений; 3) убийства носят массовый характер и умысел преступника направлен на совершение убийства неопределенного круга лиц; 4) подражательный характер преступлений; 5) использование огнестрельного оружия, в некоторых случаях самодельных взрывчатых устройств и зажигательных смесей при совершении убийства. На данный момент учебные заведения России не способны предоставить должную защиту учеников от терроризма.

Решить проблему поможет автономная система защиты школы от нападения террористов, способная самостоятельно распознавать угрозу, после чего обезвредить ее, не нанося критический ущерб заложникам и нарушителю. Система должна быть возможной к реализации в любом учебном заведении; для обезвреживания нарушителя должен быть использован роботизированный комплекс; система должна быть работоспособной в учебное время и защищенной от атак.

Предлагается идея автономной защитной системы, способной определить атаку и обезвредить нарушителя при помощи роботизированного комплекса, не причиняя критический физический вред нарушителю и заложникам.

### Список литературы

1. Примак Я.С., Капица Т.А. Скулшутинг: генезис, признаки, причины, пути предотвращения // Проблемы квалификации и расследования преступлений, совершаемых с применением информационно-коммуникационных технологий. 2022. С. 229-233.

*Под научным руководством доцента Мазнина Д.Н.*

**Афанасьева М.В.**, ст. преподаватель,  
**Беглецов В.А.**, студ. группы АИБ-18-1,  
**Логинов О.А.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

В последнее время информация стала играть важнейшую роль во всех сферах человеческой жизни, в связи с этим для достижения высокого уровня защиты информации необходимо обеспечение конфиденциальности, целостности и доступности.

Исходя из этого информационная безопасности стала одной из наиболее важных проблем в области информационных технологий. В современных условиях деятельность различных предприятий, подвергается воздействию как внутренних, так и внешних угроз, которые сильно влияют на защищенность информации, а также приводят к значительным как временным, так и денежным затратам при восстановлении работоспособности информационных систем. Поэтому крайне важно уделять особое внимание анализу и оценки рисков информационной безопасности, благодаря этому получится создать наиболее оптимальную систему защиты информации на предприятии.

В данной статье рассмотрены наиболее известные методики управления рисками информационной безопасности, такие как COBIT, CRAMM, FRAP, OCTAVE, Microsoft. Однако большинство из них являются сравнительно субъективными, а их результаты недостаточно точными, а также требуют привлечения экспертов в различных областях и больших временных затрат В данной статье предлагается автоматизировать процесс анализа и оценки рисков при помощи применения нейронной сети.

### Список литературы

1. Булдакова Т.И., Миков Д.А. Метод повышения адекватности оценок информационных рисков // Вестник МГТУ. Сер. Приборостроение. Спец. вып. № 5: Информатика и системы управления. 2012. С. 261-271.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс: пер. с англ. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2018. 1104 с.
3. Булдакова Т.И. Нейросетевая защита ресурсов автоматизированных систем от несанкционированного доступа // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. № 5. С. 269-277
4. Харченко А.Ю., Харченко Ю.А. Анализ и определение рисков информационной безопасности // Вестник науки и образования. 2020. №6. С.18-21

**Шишиморов А.П.**, ассистент,  
**Пешненко С.С.**, студ. группы АИБ-21-2,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРОБЛЕМА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ И СЕРВЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ИНФРАСТРУКТУРЕ СУБЪЕКТОВ КИИ НА ТЕРРИТОРИИ РФ**

Основной задачей доклада является Анализ рынка программного и технического оборудования необходимого для реализации защиты субъектов КИИ согласно указу президента от 30.03.2022 № 166.

В последние годы развитие средств информационной безопасности идет параллельно с разработкой новых методов атак. Новое поколение устройств защиты включает в себя функции межсетевое экранирования, обнаружения вторжений, web-фильтрации, потокового антивируса, терминации VPN-подключений и многие другие. Это поколение является стандартом при построении систем информационной безопасности.

Основными поставщиками софта были Cisco, Checkpoint и Fortinet. Все они ушли почти одновременно, остановив поставки и поддержку внедренных решений и прекратив предоставлять российским компаниям информацию об атаках. Без обновляемых баз данных их средства защиты стали абсолютно бесполезны. На сегодняшний день предпринятые меры позволили разработать и включить в реестр отечественной радиоэлектронной продукции 8 межсетевых экранов, но пока они далеки от уже привычных зарубежных систем.

Кроме аппаратного обеспечения важную роль играет оборудование, на которое оно устанавливается. В настоящее время Российский рынок покинули большинство производителей серверного и коммутационного оборудования, оставив пользователей без возможности приобретения новых и обновления старых устройств. В России есть производители способные занять освободившуюся нишу, но их производственных мощностей крайней мало для покрытия необходимых объемов техники.

### Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 30.03.2022 № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [Электронный ресурс].

[URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203300001?index=0&rangeSize=1](http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203300001?index=0&rangeSize=1) (дата обращения: 12.02.2023)

2. НИЕНШАНЦ АВТОМАТИКА. Промышленные компьютеры на базе Astra Linux – URL: [https://nnz-ipc.ru/celevye\\_stranicy/computers\\_astra\\_linux/](https://nnz-ipc.ru/celevye_stranicy/computers_astra_linux/) (дата обращения 09.02.2023) – Текст: электронный.

**Баранкова И.И.**, д-р техн. наук, проф., зав.каф.,  
**Жердев Д.А.**, студ. группы АИБ-18-1,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОПЛАТЫ С ПОМОЩЬЮ QR-КОДА

В последнее время качество жизни заметно улучшилось благодаря информационным технологиям, QR-коды прочно вошли в жизнь большинства людей и применяются во многих сферах жизни. Наиболее популярные места для использования: музеи, кинотеатры, парки и магазины, где QR-коды значительно облегчают приобретение товаров. Но в будущем область применения QR-кодов будет только увеличиваться, что в свою очередь еще раз подчеркивает необходимость обеспечения конфиденциальности, целостности и доступности информации внутри QR-кода.

Исходя из этого защита оплаты с помощью QR-кода становится актуальной проблемой для специалистов в области информационной безопасности, т.к. с увеличением вовлеченности QR-кодов в жизнь человека растет и количество возможностей нарушителя. Так, в последнее время, участились случаи мошенничества с использованием поддельных QR-кодов для оплаты покупок в магазинах, но в будущем нарушители могут также использовать их для перенаправления пользователей на фишинговые сайты, вместо сайтов с информацией о музее или выставке.

Однако, до сих пор не разработано надежных механизмов защиты от подделки или подмены QR-кодов, которые бы позволяли быстро убедиться в его корректности, что только способствует росту случаев мошенничества. Для решения этой проблемы было произведено исследование и предложены методы защиты.

### Список литературы

1. Баданов А. «QR coder» / Интерактивности – WEB сервисы для образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/badanovweb2/home/qr-coder>.
2. DaringLibrarian «Чертова дюжина идей использования QR-кода» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://solbibfil2.ucoz.ru/index/chertova\\_djuzhina\\_idej\\_ispolzovanija\\_qr\\_koda\\_ot\\_daring\\_librarian/0-159](http://solbibfil2.ucoz.ru/index/chertova_djuzhina_idej_ispolzovanija_qr_koda_ot_daring_librarian/0-159).
3. Ковалёв А.И. Защита информации с помощью электронных ключей // Информационные технологии и прикладная математика. 2015. № 5. С. 57–65.
4. Milgram P., Kishino A. F. Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays // IEICE Transactions on Information and Systems, E77-D (12). 1994. P. 1321–1329.
5. Вудс Р., Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1104 с

## Секция «Технологии цифровой экономики и ИТ-образование»

УДК 004.89

Дубровский В.В., канд. физ.-мат. наук, доц.,  
Карманова Е.В., канд. пед. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

### АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕФЕРИРОВАНИЕ БОЛЬШИХ ТЕКСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ И ПРИЛОЖЕНИЙ

Одним из востребованных методов обработки научных, журнальных, художественных и иных видов публикаций является получение их краткого содержания с сохранением основного смысла - реферирование. В то же время, в связи с развитием машинного и глубокого обучения появилась технология обработки естественного языка (NLP), одним из направлений которой является развитие методов автоматического реферирования больших текстов. На сегодняшний день существует разнообразие интеллектуальные приложения автоматического реферирования текстовых документов [1, 2]:

– TextAnalyst – настольное приложение для ОС Windows, работает с русско- и англоязычными текстами, реализованы такие функции как лемматизация, формирование частотного словаря понятий, оценка значимости понятий, реферирование, приложение не развивается, имеется бесплатная версия приложения.

– OracleText RCO – программный комплекс, интегрированный в СУБД, поддерживает обработку русскоязычного текста, реализует функции нечеткого поиска, построения иерархических рубрикаторов, общих и тематических рефератов документов, имеется только коммерческая версия.

– Copernic Summarizer – программное приложение, использующее сложные статистические алгоритмы для выделения наиболее значимых предложений, реферировать тексты на английском, французском, немецком и испанском языках, имеется бесплатная версия.

– Рефератор – бесплатный он-лайн сервис реферирования текстов (до 500 Кб), обрабатывает doc, docx, rtf, pdf, html документы на русском языке и др.

Несмотря на разнообразие существующих систем автореферирования, до сих пор отсутствуют доступные широкому кругу пользователей сервисы и приложения, которые позволяли бы быстро получать краткое, качественное содержание большого по объему текстового документа на русском языке. В связи с этим, необходимо разрабатывать системы автореферирования, основанные на применении новых эффективных алгоритмов и методов обработки естественного языка.

#### Список литературы

1. Батура Т. В., Бакиева А.М. Методы и системы автоматического реферирования текстов: монография // Ин-т систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН. Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2019. 110 с.

2. Дубровский В.В. Краткий обзор методов и интеллектуальных средств автоматического реферирования больших текстовых документов на естественном языке // Наука молодых - будущее России: сб. науч. статей 7-й Междунар. научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Том 4. Юго-Зап. гос. ун-т. Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2022. С. 119 - 124.

**Дубенец В.Ю.**, специалист по разработке ИТ-проектов,  
ООО «Корпоративные системы ПЛЮС», г. Магнитогорск, РФ  
**Назарова О.Б.**, канд. пед. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ НОВОЙ ЛИНЕЙКИ ТРЕНАЖЕРОВ SIKE TOиP**

Промышленные предприятия сегодняшнего дня предъявляют высокие требования к квалификации персонала, что определяет необходимость повышения уровня обученности сотрудников и студентов. Стремительное развитие информационных технологий дает возможность разработки интерактивных тренажеров для безопасной и эффективной подготовки по различным профессиям. Высокие затраты на создание тренажеров можно существенно сократить за счет разработки единого ядра, на основе которого будут реализовываться тренажеры для целого ряда профессий.

Компания SIKE более 15 лет занимается разработкой различных типов тренажеров, начиная с тренажеров имитаторов, 3D тренажеров и заканчивая AR и VR тренажерами. Проанализировав опыт последних лет, в компании принято управленческое решение реализовать новое поколение тренажеров SIKE - Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР). Основная задача тренажеров SIKE TOиP – в короткие сроки сформировать навыки оптимального выполнения операций по техническому обслуживанию и ремонту техники и промышленного оборудования. Тренажер позволит: выполнять работы по различным видам технического обслуживания и ремонта промышленных систем, узлов и агрегатов с учётом всех нюансов данного процесса; выполнять разборку, сборку узлов и агрегатов любых объектов; определять способ и средства для ремонта оборудования и многое другое. Тренажер имеет два режима: теория и практика, что дает возможность полноценно изучить весь технологический процесс и провести контроль полученных знаний, умений и владений.

Использование инновационных тренажеров новой линейки SIKE TOиP в процессе подготовки по рабочим профессиям поможет повысить эффективность этого процесса и оптимизировать обучение за счет интерактивного взаимодействия с обучающимся и полного погружения в технологические процессы [1].

### Список литературы

1. Назарова О.Б., Шелеметьева В.А., Чудинова Ю.А. Анализ существующих подходов и инструментальных средств разработки электронных учебных курсов // Проблемы современного педагогического образования. 2019. № 64-4. С. 138-142.

**Курзаева Л.В.**, канд. пед. наук, доц.,  
**Егоров М.И.**, студент,  
**Спиридонов А.К.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРОВ ПО ОБУЧЕНИЮ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

Актуальность темы исследования обуславливается потребностью производства в разработке новых методов и средств обучения сотрудников предприятий охране труда и промышленной безопасности. По данным проведенного обзорного исследования, обучение сотрудников в виртуальной реальности - является одним из самых востребованных кейсов в ходе цифровой трансформации производства.

В рамках таких кейсов особый интерес представляют цифровые симуляторы, позволяющие отработать персоналу все возможные исходы конкретной аварийной ситуации путем воссоздания модели реальных процессов. В результате обучающийся после прохождения тренажера будет иметь полное представление о рассматриваемой аварийной ситуации и правилах действия при ее возникновении. Иммерсивность и способность воссоздать большинство визуальных и звуковых ощущений отличают данные обучающие средства от традиционных.

Рассмотрим кратко процесс создания подобного решения. В первую очередь выделяются цель, сценарий, проверяемые действия будущего тренажера. Далее выделяются задачи по разработке 3D моделей объекта локаций и неигровых персонажей, а также программной логики будущего тренажера, которые могут выполняться как последовательно, так и параллельно. В ходе реализации происходит тесное взаимодействие со специалистами в предметной области во избежание ошибок и неточностей. Тестирование происходит в несколько этапов для исправления функционала и внесение правок.

В тренажерах обычно реализовано три режима: обучение, практика и экзамен. В режиме обучения пользователь обучается работе с гарнитурой: шлемом виртуальной реальности и контроллерами, - а так же знакомится с базовыми функциями тренажера. В режиме практики происходит отработка умений и навыков действия в аварийной ситуации с подсказками правильных действий и указанием на ошибки. В режиме экзамена обучающийся действует без подсказок, а о результатах узнает только после прохождения тренажера.

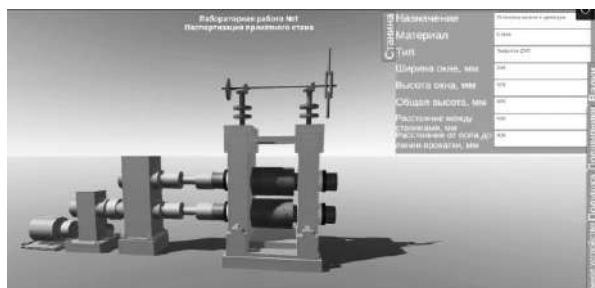
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова» совместно с ООО «РНД МГТУ» и АО «Магнитогорский Гипромез» были разработаны подобные тренажеры по аварийным ситуациям на центральной электростанции (разрыв газопровода доменного газа на котле №3), в электросталеплавильном (уход жидкого металла из печи №1), коксовом (выдача кокса на пути тушильного вагона и электровоза) и кислородно-конвертерном (прорыв корочки слитка под кристаллизатором) цехах ПАО «ММК».

**Курзаева Л.В.**, канд. пед. наук, доц.,  
**Василега А.Т.**, обучающаяся,  
**Майоров П.Е.**, студент,  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ LMS MOODLE

Обработка металлов давлением является одним из наиболее прогрессивных способов получения изделий из сплавов и одной из сложнейших дисциплин изучения в вузе. Существующий цикл лабораторных работ по дисциплине «Обработка металлов давлением» выполняется на физических моделях (уменьшенных копиях оригинала) в специально оборудованной лаборатории с ограниченным перечнем оборудования. Применяемое оборудование в металлургическом производстве весьма разнообразно и может конструктивно и функционально отличаться, а доступ для знакомства с ним ограничен как в виду соображений безопасности, так и размещения на предприятиях со строгим пропускным режимом.

Разрабатываемый интерактивный тренажер (см. рисунок) позволит выйти за пределы ограничений лабораторий, предоставив к изучению уникальные виды оборудования. Разработка тренажера в SCORM-формате позволит разместить его на образовательном портале, предоставив возможность изучить выбранный прокатный стан; выполнить задание и автоматически передать оценку в LMS Moodle.



Тренажер «Паспортизация листопркатного стана»

Практическая реализация рассматриваемого решения осуществляется в рамках следующих задач: 1) разработка трехмерных моделей заданных листопркатных станом симметричной и ассиметричной прокатки; 2) разработка программной логики тренажера для лабораторной работы по теме «Паспортизация прокатного стана». Тренажер должен позволить познакомиться с несколькими видами прокатных станом, узнать об устройстве и принципах работы оборудования, а также их конструктивных и технологических особенностях. Полученные знания об устройстве главной линии прокатного стана должны позволить составить его паспорт; 3) интеграция разработанного приложения в LMS Moodle через сборку в SCORM-формате.



**Филатов Е.А.**, инженер по бизнес и системной аналитики  
ООО «ЧерметИнформСистемы», г.Магнитогорск, РФ  
**Кардаш М. М.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕРВИСА РАСПОЗНАВАНИЯ БОЛЕЗНЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Болезни сельскохозяйственных культур представляют собой серьезную угрозу международной продовольственной безопасности, при этом оценка состояния здоровья полей не является простой задачей и требует высокого уровня знаний. Автоматическая идентификация болезней по изображениям может решить эти проблемы с помощью инструментов автоматической разведки, используя формализованные знания экспертов. Однако определение здоровья растения по изображению является очень сложной задачей. Посевы — это богатая и сложная среда. Их эволюция постоянна, листья, цветы и плоды меняются в течение сезона.

С ростом достижений в области искусственного интеллекта и глубокого обучения появились возможности в создании нейронных сетей по распознаванию заболеваний растений. Большинство приложений, решающих данную задачу, имеют ограничение в количестве идентифицируемых растений и заболеваний. Актуальным является не только создание нейронной сети, способной с высокой точностью распознать растение и заболевание, но и разработка удобного сервиса, который позволит пользователю расширить количество идентифицируемых болезней и сельскохозяйственных культур за счёт собственных наборов данных.

В рамках проекта реализуется нейронная сеть и сайт для удобного доступа. Главными составляющими является: backend и frontend. Технологии, используемые для реализации backend, включают в себя язык программирования Python и фреймворк Django для создания серверной части сайта. Для создания визуальной составляющей сайта используется язык разметки HTML5, язык стилей CSS и фреймворк React. На стороне интерфейса сайта реализуется передача фотографий с заболеваниями растений на серверную часть путём POST запросов. На серверной стороне нейронная сеть, построенная на модели VGG16 и переобученная на собранных собственных наборах данных, определяет результат. Результатом является предсказание болезни у растения в случае, если она есть. Нейронная сеть реализовывается на языке программирования Python с использованием библиотек Tensorflow, Keras и технологии CUDA. После предсказания нейронной сетью заболевания, пользователь видит точность предсказания и рекомендации для лечения болезни.

*Под научным руководством канд. техн. наук, доцента Курзаевой Л.В.*

**Назарова О.Б.**, канд. пед. наук, доц.,  
**Янбердин Р.Р.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ NO-CODE ПЛАТФОРМЫ «ДИАГРАММЫ»**

На успешность бизнеса современных предприятий существенно влияет эффективность организации бизнес-процессов. В основе функционирования большинства бизнес-процессов лежат различные приложения и системы автоматизации, между которыми происходит обмен данными. Если таких приложений мало и обмен между ними осуществляется редко, информационный обмен может быть реализован наиболее простыми методами, например, через ручной экспорт и импорт данных в каком-то общем формате. В обратном случае, использование аналогичного подхода не будет отвечать требованиям бизнеса и будет слишком трудозатратным. Возникает необходимость в интеграции и применении более эффективных методов обмена данными между приложениями и системами в построении распределённого информационного ландшафта компании.

Для решения интеграционных задач предприятия в короткие сроки и с минимальным привлечением трудовых ресурсов была разработана no-code платформа «Диаграммы». No-code программирование – это способ написания программного обеспечения без фактического написания кода, который основан на визуальном моделировании drag-and-drop (от англ. «тащи-и-бросай») [1].

В качестве примера была реализована передача данных из программного инструмента для управления проектами Jira Software в базу данных в MS SQL Server. Из источника данных (Jira Software) требовалось получить следующую информацию о проектах: название и код проекта; статус проекта.

Автоматизация сбора данной информации способствует сокращению времени на выполнение бизнес-процесса «Формирование отчёта о статусе проекта».

Входными параметрами алгоритма являются:

- логин/пароль учетной записи от Jira Software;
- адрес сервера, на котором находится база данных;
- логин/пароль для подключения к базе данных;
- имя таблицы в БД, которая будет заполнена данными из источника.

Таким образом, путем решения интеграционных задач no-code платформа позволяет в короткие сроки и с минимальным привлечением трудовых ресурсов автоматизировать бизнес-процессы предприятия.

### Список литературы

1. Грязева А. Что такое No-code и Low-code [Электронный ресурс] / А. Грязева // Блог Яндекс.Практикума – 2022. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-no-code-i-low-code/> (дата обращения: 24.10.2022).

**Назарова О.Б.**, канд. пед. наук, доц.

**Андрушко Е.М.**, магистрант

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ БИЗНЕС-СЦЕНАРИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

*Бизнес-сценарий* представляет собой модель желаемого будущего, направленную на достижение поставленных целей и задач. В отличие от технико-экономического обоснования бизнес-сценарий детально характеризует все основные аспекты будущего предприятия, анализирует проблемы, с которыми оно может столкнуться, а также определяет способы решения этих проблем.

Главное достоинство бизнес-планирования заключается в том, что правильно составленный подробный сценарий дает перспективу развития компании, то есть, в конечном счете, отвечает на самый важный вопрос: стоит ли вкладывать деньги в это дело, принесет ли оно доходы, которые окупят все затраты сил и средств [1].

Особенность бизнес-сценария по совершенствованию бизнес-процесса ведения технической документации программного обеспечения (ПО) заключается в том, что ведение технической документации не является основным родом деятельности предприятия, а представляет собой сопутствующий налаженный бизнес-процесс, имеющий ряд недостатков. Поэтому структура бизнес-сценария может содержать шесть простых критериев.

- Потенциал для принятия решения. Бизнес-сценарий должен предоставлять идеи, на основе которых будут приниматься бизнес-решения.
- Реалистичность. Разрабатываемый сценарий должен отражать такие события будущего, которые действительно могут произойти.
- Альтернативы. Если бизнес-сценарии более или менее вероятны, тогда весь их набор охватывает максимальный диапазон неопределенности. Если, например, лишь один из трех или четырех сценариев вероятен, то в действительности у вас есть только один сценарий.
- Отсутствие внутренних противоречий. Каждый сценарий должен быть внутренне согласован, без чего ему нельзя доверять.
- Дифференциация. Сценарии должны качественно или структурно отличаться друг от друга. Недостаточно, чтобы они различались только масштабами, так как тогда это будут лишь варианты базового сценария.
- Проверка. Последний критерий — реальная проверка с помощью сценария информации о будущем, полученной организацией [2].

### Список литературы

1. Круглова А. Бизнес-планирование: Сценарное планирование и его особенности. URL: <https://bizlana.ru/biznes-planirovanie/cikl-biznes-planirovanie-besedatretya-scenarij-biznes-plana> (дата обращения: 11.02.2023)

2. Линдгрэн М, Бандхольд Х. Сценарное планирование. URL: <http://www.cfin.ru/management/strategy/plan/scenario.shtml> (дата обращения: 11.02.2023)

**Шаповалов Г.В.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА И ИНТЕГРАЦИЯ В VI-СИСТЕМУ МОДУЛЯ СБОРА ДАННЫХ ПРОЦЕССИНГОВОГО ЦЕНТРА**

В современном мире компании все чаще прибегают к применению VI-систем в своей деятельности, так как они предоставляют возможность принимать более обдуманные и своевременные решения, увеличивая конкурентоспособность компании, за счет своевременного, более детального и упрощенного анализа данных, но сейчас загрузка данных и файлов в VI-систему происходит «вручную», так как нет готового решения для автоматического сбора данных [3].

Целью данной работы выступает ускорение процесса сбора и передачи данных в VI-систему процессингового центра, при этом основная задача заключается в разработке модуля сбора данных в VI-систему процессингового центра из различных систем компании.

VI-система – это совокупность технологий, программного обеспечения и практик, направленных на достижение целей бизнеса путем наилучшего использования данных [1]. В данный момент существует большое количество VI-систем, многие авторы обосновывают в своих работах актуальность их применения, возможности, преимущества и недостатки, но модуль для автоматического сбора данных в VI-систему из различных систем компании до сих пор не был разработан, хотя сбор данных и их загрузка в VI-систему занимает большое количество времени, а также увеличивает нагрузку на сотрудников и вероятность частичной потери данных или их неправильной загрузки [2].

Разработка модуля сбора данных в VI-систему процессингового центра позволит ускорить процесс сбора данных из различных систем компании и их загрузку в VI-систему, снизит нагрузку на сотрудников процессингового центра, а также позволит избежать ошибок в процессе загрузки данных, предотвратит частичную потерю данных.

Все выше сказанное позволяет сделать вывод о необходимости разработки и модуля сбора данных в VI-систему процессингового центра и его интеграции в VI-систему.

### Список литературы

1. Дюдюкина А.М. Развитие технологий бизнес-аналитики на основе VI-систем // Аудит. 2021. № 1. С. 17-19.
2. Лосев В.С., Пожидаева А.Г. Использование VI-систем в стратегическом управлении предприятием // Научный аспект. 2020. Т. 8. № 4. С. 1033-1041.
3. Осипов А.В., Павлова К.Т., Фалеева Е.В. Применение VI систем в банковском секторе // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2020. Т. 2. С. 418-422.
4. Гаврилова И.В. Свободное программное обеспечение для управления бизнес-процессами // Теория и практика применения свободного программного обеспечения. 2011. С. 144-147.

**Махмутова М.В.**, канд. пед. наук, доц.,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

**Махмутова Н.М.**, менеджер проектов маркетингового агентства

«Around» ООО «Глобал Консалтинг», г. Москва, РФ

## **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПЕРСОНАЛА НА ПЛАТФОРМЕ OPTIMUM FRS ДЛЯ МАРКЕТИНГОВОГО АГЕНТСТВА AROUND**

На сегодняшний день современные компании инвестируют финансы в разработку и модернизацию автоматизированных систем. Целью данных систем является наиболее эффективное использование ресурсов предприятия для извлечения максимальной прибыли. В то же время персонал является одним из основных ресурсов получения прибыли.

Работа маркетингового агентства Around заключается в предоставлении услуг торгового маркетинга, развитии каналов продаж, исследовании потребителей. Компания берет на себя реализацию результата продаж заказчиков, используя для этого аутсорсинг персонала и бизнес показателей. В портфеле услуг компании есть платформа ОПТИМУМ FRS и CRM-система Optimum, которые являются собственной разработкой компании Optimum партнера ООО «Глобал Консалтинг». CRM-система Optimum применяется для дистанционного контроля и формирования общих отчетов по проекту, используется менеджерами проектов маркетингового агентства, но ее функционал не в полном объеме обеспечивает потребности заказчика. Необходима модернизация системы: необходимо разработать и внедрить модуль дистанционного контроля работы персонала и сбора отчетности в определенном формате.

Рассмотрим краткое описание сути программного кода модуля. При клике на экспорт выполняется запрос к базе данных, который работает через хранимую процедуру. Поскольку система динамическая, т.е. может быстро (через конструкторы на сайте) подключать любое количество проектов, пользователей, иметь различные структуры анкеты, то и хранение имеет распределенное. Чтобы получить данные нужно сначала определить, где они хранятся, с каким доступом пришел пользователь, какие фильтры используем и т.д. Собственно, поэтому работаем через процедуру. А далее, данные полученные из процедуры (DataTable) передаются в функцию ExportToExcel, которая создает excel в памяти, наполняет и форматирует его, а далее он без сохранения на сервер выдается пользователю.

Разработан и используется новый уровень работы с фотоотчетом - теперь фотографии системы хранятся в облачном объектном хранилище, что позволит значительно увеличить скорость просмотра фотографий.

Таким образом, в рамках мероприятий по модернизации АИС управления персоналом представлены результаты разработки, внедрения модуля дистанционного контроля персонала на платформе Optimum FRS.

### Список литературы

1. Давлеткиреева Л.З., Махмутова Н.М. Разработка организационного обеспечения проекта с использованием ИТ-аутсорсинга // Актуальные проблемы

современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск, 2021. С. 419.

2. Махмутова М.В., Белоусова И.Д. Сервисный подход к управлению ИТ-услугами в производственной компании // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2018. Т.9. №1. С. 65-68

3. Управление качеством предоставления ИТ-услуг на промышленном предприятии / Махмутова М.В., Тороторина А.А., Тороторин Е.В., Клокин А.А. // Современные наукоемкие технологии. 2019.- № 11-2. С. 291-295. [Электронный ресурс]. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37806> (дата обращения 16.01.2023)

УДК 004.896

**Махмутова М.В.**, канд. пед. наук, доц.,  
**Луганская Д.А.**, студентка 4 курса,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ НАХОЖДЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Важным аспектом деятельности крупного промышленного металлургического предприятия является обеспечение безопасности условий труда. Для достижения этого аспекта предприятие в соответствии с законодательством Российской Федерации соблюдает множество требований, одним из которых является проведение специальной оценки условий труда, а именно проведение экспертной оценки ОПО (особо опасные объекты).

Основной функцией эксперта по оценке технического состояния производственных объектов является проверка технического состояния зданий и сооружений на выявление дефектов. Каждая проверка включает в себя: осмотр и проверку технического состояния промышленных объектов организации; анализ дефектов и их классификацию по нормативам; составление рекомендаций по устранению дефектов; составление ведомости дефектов по найденным дефектам; составление Заключения по объекту экспертизы на основе ведомостей дефектов.

Во время экспертной оценки специалисту необходимо визуально произвести оценку состояния, опираясь на нормативные акты и ГОСТы. Специалист фиксирует дефект, проводя фото- и видео- фиксацию, записывает координаты дефекта, описывает критичность найденного дефекта, классифицируя его. Есть вероятность пропустить малозначимый дефект, который может перейти в значительный или неустраняемый.

По результатам выполненного анализа принято управленческое решение о необходимости разработки и внедрения программного обеспечения, а именно веб-приложения, для распознавания и анализа дефектов конструкций.

Относительно выбора методологии внедрения приложения принято решение не придерживаться конкретной методологии внедрения, так как разрабатываемое приложение будет иметь большое количество модулей. В зависимости от

готовности того или иного модуля они будут объединяться в целое веб-приложение. На данном этапе исследования готова часть моделей, которые должны быть синхронизированы. Каждый из модулей может работать отдельно. Время разработки каждого из модулей индивидуально и зависит от сложности модуля. Соответственно, в данном проекте сложно придерживаться рамок определенной методологии внедрения.

Сложно найти аналоги разрабатываемого продукта, потому что это специфическое веб-приложение, разрабатываемое под потребности конкретного крупного металлургического предприятия. Существуют другие программные продукты, обладающие схожим функционалом, однако они не подходят под потребности предприятия.

#### Список литературы

1. Анализ эффективности существующей системы оценки качества материалов, изделий и конструкций на опасных производственных объектах / Наркевич М.Ю., Корниенко В.Д., Логунова О.С. и др. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2021. Т. 19. № 2. С. 103-111. DOI: 10.18503/1995-2732-2021-19-3-103-111
2. Movchan I.N., Belousova I.D., Makhmutova M.V Design of AIS control movement of raw materials in the industrial enterprise's warehouse./ В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. 2020 International Conference on Information Technology in Business and Industry, ITBI 2020. BRISTOL, ENGLAND, 2020. С. 012183.
3. Озгенель, Ч.Ф., Гененч Соргуч, А. Сравнение производительности предварительно обученных сверточных нейронных сетей при обнаружении трещин в зданиях/ ISARC 2018. - Берлин.

**Карманова Е.В.**, канд. пед. наук, доц.,  
**Киселев А.В.**, ведущий инженер-программист  
 ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## ВОЗМОЖНОСТИ CLICKHOUSE ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОРТАЛА ВУЗА

Обработка больших данных в режиме реального времени является одной из актуальных проблемы современных информационных систем. На сегодняшний день представлена широкая линейка разнообразных систем управления базами данных (далее – СУБД), позволяющих быстро, эффективно хранить и обрабатывать данные. Примером такой системы является Clickhouse – столбчатая СУБД, разработанная компанией Яндекс [1].

В МГТУ им. Г.И. Носова развернута система дистанционного обучения «Образовательный портал» (далее – СДО), работающая на базе LMS MOODLE. В СДО ежедневно сохраняются более 500 тысяч записей об активности студентов и преподавателей портала. Данные о пользователях хранятся в СУБД MariaDB и никак не обрабатываются по причине того, что запросы выполняются слишком долго и работают неэффективно. Кроме того, данные занимают достаточно много места на диске, что негативно сказывается на работе других таблиц СУБД. Данные не могут храниться больше года, недостаточно места на диске. В связи с этим возникает необходимость в оптимизации хранилища данных.

В качестве эксперимента было апробировано отечественное решение Clickhouse. Эксперимент проводился на объеме данных в 100 млн. записей в базе данных. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Результат эксперимента

Характеристика / СУБД	MariaDB v.10.3.23	Clickhouse server v.22.10.2
SQL запрос с 1 GROUP BY	15 минут	2 секунды
SQL запрос с 5 GROUP BY	не выполнялся	1 минута
Место, занимаемое на диске	30 гигабайт	3 гигабайта

Таким образом, были получены следующие результаты: SQL запросы выполняются в десятки раз быстрее; повысилась скорость ответа от сервера СУБД, за счет переноса данных об активности в Clickhouse; в 10 раз сократился объем занимаемого места на диске; появилась возможность накапливать, хранить статистику за несколько лет. Тем самым Clickhouse предоставил возможность в дальнейшем анализировать данные, извлекать ранее не очевидные полезные знания для эффективного управления образовательным процессом.

### Список литературы

1. Верютина, В. В. Кроссплатформенность применения аналитической СУБД Clickhouse / В. В. Верютина // Мировые научные исследования современности: возможности и перспективы развития : материалы XVI междунар. науч.-практ. конф., Ростов-на-Дону, 31 марта 2022 года. Ставрополь: ООО "Ставропольское издательство "Параграф", 2022. С. 113-117.



**Мовчан И.Н.**, канд. пед. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОРПОРАТИВНЫМ ИНФОРМАЦИОННЫМ КОНТЕНТОМ В ФИНАНСОВО-КРЕДИТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

В крупных финансово-кредитных учреждениях в настоящее время функционирует и обрабатывается большое количество неструктурированной информации. Корпоративная информация обычно не имеет достаточно четкой и единой для всех организаций структуры – это могут быть файлы различных форматов, электронные документы с различными наборами полей, а также прочие материалы, которые используются в работе учреждения. Обработка такой информации имеет определенные сложности поиска, централизованного доступа к данным разными сотрудниками, приведения информации к удобному для чтения и просмотра виду. Кроме этого, в процессе передачи данных между исполнителями и подразделениями часть из документов может теряться, сотрудники не могут вспомнить, кому были переданы пакеты данных, на поиск и передачу контента тратится значительное время, особенно в крупных учреждениях.

Решением указанных проблем является внедрение систем для управления контентом – ECM (Enterprise Content Management – управление массивом данных по предприятию). В отличие от систем электронного документооборота, которые позволяют организовывать движение документов и автоматизировать делопроизводство, ECM-системы позволяют создать единую информационную базу компании, обеспечивают работу с любой неструктурированной информацией: текстовыми и электронными документами и таблицами, изображениями, чертежами, графиками, презентациями, видео- и аудиофайлами, сообщениями электронной почты, веб-страницами и другим контентом, необходимым для работы организации.

ECM-системы позволяют избежать дублирования данных, снизить нагрузку на системы хранения и систематизировать информационные ресурсы. Организация централизованного хранилища позволяет эффективно контролировать доступ к данным и предотвращать их хищение. В большинстве систем для хранения контента используются различные механизмы для обеспечения информационной безопасности, такие как шифрование данных, протоколирование доступа, разграничение прав доступа, технология электронной цифровой подписи. Преимущества ECM-систем в сфере создания единого информационного хранилища и организации безопасной обработки информации в компании обуславливают актуальность их использования в финансово-кредитных учреждениях, где важнейшими требованиями к автоматизированной обработке информации выступают необходимость организации защищенного документооборота больших массивов информации.

### Список литературы

1. Лейфер А.А. Системы управления корпоративным контентом как инструмент реагирования на изменение банковского законодательства // Вопросы студенческой науки – 2018. №1 (17). С. 160-167.

**Перминов А.А.**, ведущий инженер программист,

ООО «СМАРТ ПО», г. Магнитогорск, РФ

**Масленникова О.Е.**, канд. пед. наук, доц.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **К ПРОБЛЕМАМ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНЫХ И РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

При исследовании временных рядов обычно стараются извлечь такие компоненты как сезонность, тренд, цикличность и случайная составляющая. Разные компоненты временного ряда и его характеристики могут быть полезны в разных предметных областях. Например, в социально-экономических предметных приложениях стараются извлечь сезонность и трендовость (В.В. Скворцов, А.М. Крачевский, В.А. Ермолаев и др.). В медицине, науке и технике зачастую применяются методы для извлечения случайной или циклической составляющей (Д.Б. Егоров, В.А. Головкин, С.Г. Светульников, А.В. Трегуб и др.). В связи с высокой скоростью протекания исследуемых процессов и связанного с этим большого объема данных, появляется необходимость автоматизации процесса сбора и анализа данных. Кроме этого, в последнее время появился тренд на автоматизированное выдвижение гипотез с последующим анализом исследуемых систем. Для целей автоматизации анализа и синтеза аналитических систем применяют технологии Data Science.

Целью данной работы является разработка программно-алгоритмического комплекса для анализа временных рядов и построения предсказательных систем. Для этого необходимо решить следующие задачи: 1) автоматизировать сбор данных: разработать алгоритмы и их реализовать в виде программных модулей, позволяющих агрегировать исследуемые данные для последующей выборки и анализа; 2) предоставить удобный интерфейс для работы с сериями данных: интерфейс должен позволить посмотреть и проанализировать данные за различные периоды и срезы; 3) формализовать правила описания гипотез для предсказания будущих значений временных рядов и реализовать их в виде встроенного в программный комплекс инструмента; 4) автоматизировать синтез гипотез, позволяющих анализировать и строить предсказательные модели для временных рядов, с использованием технологий Data Science.

Новым подходом к анализу временных рядов сможет стать применение алгоритмов машинного обучения для предсказания будущих значений временного ряда. В частности, представляется перспективным применение моделей машинного обучения типа «Трансформер», которые применяются для обработки текста на естественном языке и машинного перевода. Текст в этом случае подается на вход как векторизованное представление, последовательность чисел, т.е. может быть интерпретировано как временной ряд по способу хранения информации. В таком случае, способность такого типа нейросетей к обобщению и предсказанию будущих значений «текста», на основе ранее сделанных «высказываний», может быть полезна для предсказания будущих значений временных рядов.

**Непрокина Е.А.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «ПРОФОРИЕНТАЦИЯ» ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ ИТ-НАПРАВЛЕНИЙ КАФЕДРЫ БИИИТ**

В России существует дисбаланс системы образования и рынка труда. Так, количество выпускников высших учебных заведений превышает потребности экономики на 364 тысячи человек. В то же время, по оценке специалистов, дефицит специалистов для ИТ-отрасли составляет около 1 млн человек. Следствием такого дисбаланса является то, что только 27% процентов населения России работают по специальности. Причина такой ситуации заключается в том числе и в недостаточной работе по профориентации подростков, ведь более 70% школьников не имеют представления о том, чем они хотели бы или предполагают заниматься в жизни.

Таким образом, существует объективная необходимость актуализации и внедрения в практику новых моделей профориентации и профессионального самоопределения абитуриентов с использованием современных цифровых ресурсов.

Мобильное приложение разработано для использования в рамках проведения профориентационных мероприятий среди абитуриентов кафедры БИИИТ.

Уникальными особенностями разработанного мобильного приложения являются: 1) интуитивно понятный графический интерфейс; 2) обеспечение доступа к разработанным профориентационным заданиям; 3) связь с разработанным сервером, с которого отправляется информация о результатах выполнения профориентационных заданий; 4) возможность пополнения новыми заданиями для того, чтобы пользователь, оценивая прогресс их выполнения, мог определить предрасположенность к типу профессий или открыть в себе скрытый интерес к какой-либо сфере профессиональной деятельности [1].

В ходе выполнения заданий в приложении у пользователей разных возрастных групп формируется цифровой след в виде распределения приоритетов между одной из пяти групп профессий. Эта информация отображается в приложении в виде интерактивной круговой диаграммы в меню личного кабинета пользователя.

### **Список литературы**

1. Модель профориентации и профессионального самоопределения детей разных возрастных групп на основе принципов геймификации по формированию цифрового следа в системе непрерывного образования / Яковлева Е.В., Гольцова Н.В., Вахрамеев П.С., Иванов В.В. // Вестник Череповецкого государственного университета. 2020. №6 (99). С. 217-233.

2. Development of knowledge base of intellectual system for support of formal and informal training of it staff / Kurvaeva L.V., GavriloVA I.V., Mahmutova M.V., Chichilanova S.A., Povituhin S.A. / Journal of Physics: Conference Series. International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018 - Enterprise Information Systems. 2018. С. 042013.

**Бревнова Ю.В.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЛЯ ООО «МЕХАНОРЕМОНТНЫЙ КОМПЛЕКС»**

В динамично развивающемся мире промышленным предприятиям важно внедрять в работу современные ИТ-продукты и решения, которые помогут оптимизировать какой-либо бизнес-процесс организации. До внедрения ИТ-решения следует оценить затраты на разработку и внедрение продукта, риски, которые могут возникнуть при внедрении ИТ-решения, а также другие параметры. Для этого имеется множество методов оценки эффективности проектов, которые позволяют оценить уровень инвестиционной привлекательности внедрения того или иного продукта для промышленного предприятия. Стоит отметить, что для промышленных предприятий автоматизация каких-либо бизнес-процессов сопряжена с высокими рисками и большими затратами, поэтому такие организации проводят тщательную оценку эффективности внедряемого решения. Одним из таких проектов является проект внедрения электронной библиотеки чертежей для ООО «МРК» [1].

При производственном процессе важно оценивать пропускную способность рабочей документации, а именно чертежей. Так как данное промышленное предприятие имеет большую площадь, отдельные отдаленные объекты, цехи, то переключение бумажных чертежей имеет недостаточную пропускную способность.

Рабочим цеха может понадобиться один чертеж в одно и то же время. По причине наличия всех чертежей только в одном физическом экземпляре, работники тратят много времени на ожидание нужной бумаги, из-за чего работа некоторых станков останавливается.

Таким образом, существует объективная необходимость внедрения электронной библиотеки чертежей.

Электронная библиотека чертежей разработана для использования среди работников. В процессе её использования у каждого работника на главном экране будут высвечиваться необходимые в текущий момент чертежи.

Основными преимуществами разработанной электронной библиотеки чертежей являются: 1) увеличение пропускной способности цеха; 2) избавление работников от длительного ожидания физической версии чертежа; 3) работа станков без застоев; 4) отсутствие необходимости идти в другую часть цеха за чертежом.

### Список литературы

1. Инжиниринг и проектирование. — Текст : электронный // Сервис Механоремонтный комплекс : [сайт]. — URL: <https://mrk.mmk.ru/buyers/catalog/5-1/> (дата обращения: 08.02.2023).

2. Информационные технологии в управлении непрерывностью бизнеса / Чернова Е.В., Гаврилова И.В., Доколин А.С., Романова М.В. // Научное обозрение. Экономические науки. 2017. № 5. С. 46-50.

Дмитриева И.А., студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ LEAN ЛАБОРАТОРИИ**

Информационные технологии стали неотъемлемой частью современного человека. Основное их назначение – усовершенствование методов управления информацией путем поэтапного внедрения электронных систем. Одной из таких технологий является дополненная реальность, которая позволяет визуализировать сложные пространственные решения и абстрактные концепции, а также разрабатывать важные практики и навыки, которые не могут быть разработаны и внедрены в других технологических средах.

Дополненную реальность можно рассматривать как среду с прямым или косвенным дополнением физического мира цифровыми данными в режиме реального времени при помощи компьютерных устройств – смартфонов, планшетов и инновационных гаджетов, а также программного обеспечения к ним [3].

Можно по-разному классифицировать дополненную реальность, но, в целом работу технологии можно разделить на два вида: маркерную и безмаркерную. В первом случае камера устройства наводится на объект, приложение определяет маркер и на него накладывает цифровой контент. В качестве маркера может выступать изображение, геометрические фигуры, объемные объекты [2]. При безмаркерной технологии используется метод SLAM. Данный способ распознает окружение камеры путем разложения картинки на геометрические объекты и линии. Каждой отдельной форме система присваивает точку или множество точек, фиксируя их расположение на пространственных кадрах видеопотока [1].

В маркерной технологии при использовании в качестве объекта модель различают следующие варианты распознавания объекта: 3D scan и 3D model. Технология 3D scan использует для распознавания объекта облако точек, созданное на основе снимков объекта с помощью технологии 3D scanning (LiDAR) и/или с помощью фотограмметрии с использованием композиций изображений. Технология 3D model определяет объект на основе его формы, при этом объект должен обладать постоянной формой (не быть деформируемым), обладать стабильной поверхностью (отсутствие блестящих поверхностей).

Для нашего обучающего приложения будет использоваться маркерная технология по распознаванию модели 3D model, так как требуется распознавание объекта на каждом шаге сборки и приложение не должно сильно нагружать систему, в которой оно запущено.

### Список литературы

1. Биткин В.В. Дополненная реальность, её виды и инструменты создания // Скиф. 2021. №5 (57). С. 106-109
2. Маслова Ю.А., Белов Ю.С., Технологии дополненной реальности // E-Scio. 2022. №2 (65). С. 313-322.
3. Таран В.Н., Применение дополненной реальности в обучении // Проблемы современного педагогического образования. 2018. №60-2. С. 333-337.

**Махмутова М.В.**, канд. пед. наук, доц.,  
**Конова П.В.**, студент группы АПИБ-19-2  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА «УСУ» ДЛЯ МАГАЗИНА-АТЕЛЬЕ «КО-МОД»**

На сегодня автоматизация бизнес-процессов предприятия становится главным инструментом повышения эффективности бизнеса. Успешное внедрение автоматизированной системы на предприятии определяется тем, насколько данная система автоматизации адаптирована к особенностям производственного процесса предприятия. В данной работе описывается внедрение готовой универсальной системы учета для деятельности магазина-ателье «Ко-Мод». Основным направлением деятельности предприятия является пошив и ремонт изделий по индивидуальным заказам клиентов

Главными функциями разрабатываемой системы по требованиям заказчика должны быть: учет материалов на складе, оформление и учет заказов клиентов, формирование отчетных документов. Для того, чтобы создать заявку менеджеру необходимо *получить информацию о заказе и, если это необходимо, узнать размеры клиента и его личные данные, которые заносятся в журнал заказов. Назначается примерная дата исполнения заказа.* Менеджеру необходимо распределить работу между работниками ателье. Если необходим товар со склада, менеджер *делает запрос на склад, где получает его, после записи о взятном товаре в журнал расхода. По исполнению заказа мастерами ателье, менеджер заносит информацию о его выполнении в журнал, а также делает звонок-оповещение клиенту о том, что заказ можно забрать.*

Создание и обработка заявки занимает большое количество времени и денежных ресурсов. Для упрощения этого процесса предлагается внедрить «УСУ» для автоматизации процессов учета заказов в ателье «Ко-Мод».

Основной целью внедрения «УСУ» является повышение эффективности труда и сокращение времени на обработку информации. «Универсальная система учета» разработана для использования персоналом ателье.

Следует отметить некоторые преимущества системы «УСУ», а именно легкий и понятный интерфейс; улучшенный контроль работы ателье; занимаясь управлением ателье, руководитель может создавать в программе большое количество управленческих отчетов; в программном обеспечении по контролю работы ателье ведется аудит по действиям каждого пользователя.

Таким образом, функционал системы «УСУ» полностью удовлетворяет требованиям заказчика.

### Список литературы

1. Чусавитина Г.Н., Новикова Т.Б. Использование МООК «Управление проектами» при изучении дисциплины «Управление ИТ-проектами», 2019.
2. Махмутова М.В., Белоусова И.Д. Сервисный подход к управлению ИТ-услугами в производственной компании // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2018. Т.9. №1. С. 65-68

**Попеляев И.А.**, обучающийся Проектной школы  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ**

За последние несколько десятков лет информационные технологии внесли кардинальные изменения в нашу жизнь, и современный мир стремительно меняется под влиянием развития информационных технологий. Сейчас уже трудно представить жизнь человека без цифровых устройств. В настоящее время наблюдается тенденция цифровизации организационных процессов [1]. Современные ИТ-технологии, мобильные устройства и сервисы обслуживания могут упростить организацию и проведение мероприятий различной направленности и охвата [2].

Чтобы определить целевую аудиторию, выявить проблему, поставить релевантную цель и разработать наилучшее решение для проблемной области, были проведены глубинные интервью – это способ маркетингового исследования, выявляющий истинные мотивы поведения потребителя при выборе каких-либо услуг, – и исследование существующих аналогов решения данной проблемы. Интервью и исследование показали необходимость организации коммуникации между арендодателями площадок, организаторами и гостями мероприятий. Сегодня это часто делается через Интернет: электронную почту, звонки и мессенджеры. Восстановить историю организации мероприятия в таком случае становится чрезвычайно сложно. Также была выявлена потребность организаторов в сборе и анализе обратной связи по мероприятию.

Для решения выявленных проблем планируется создать цифровую платформу, которая позволит владельцам сдавать специально оборудованные площадки в аренду, организаторам бронировать площадки, планировать и проводить мероприятия, а гостям регистрироваться на мероприятия с возможностью просматривать завершённые, текущие и запланированные мероприятия. Предполагается, что веб-платформа поможет централизовать связь между владельцами площадок и организаторами мероприятий и позволит собирать и передавать владельцам площадок и организаторам мероприятий аналитику проведённых мероприятий и состояние площадок в настоящее время.

Такое решение поможет значительно улучшить и ускорить процесс организации мероприятий, минимизировать работу с бумажными носителями информации и упростить взаимодействие владельцев площадок, организаторов мероприятий и гостей друг с другом.

### Список литературы

1. Архипов К.Ю., Крышкова Д.С. Цифровизация бизнес-процессов // Евразийский союз ученых. 2021. №3-8(84). С. 4-5.
2. Шогенов А.М., Машуков И.А., Кабжихов А.А. Разработка автоматизированной информационной системы «КБГУ онлайн» для помощи в организации мероприятий // Актуальные вопросы в науке и практике. 2018. С. 243-248.

*Под научным руководством ст. преп. Мазниной Ю.А.*

**Шахова А.С.**, студент 4 курса,  
**Новикова Т.Б.**, канд. пед.наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЁТА ТОВАРОВ ДЛЯ СЕТИ ЦВЕТОЧНЫХ САЛОНОВ**

В настоящее время эффективное и упорядоченное управление бизнесом становится невозможным без использования компьютерных технологий. В то же время остаются руководители, которые используют бумажные носители, так как не имеют полного представления о возможностях современных компьютерных систем в области учёта товаров, который крайне трудозатратен.

Актуальность разработки информационной системы обусловлена многими факторами. Одним из них является конкуренция на рынке, где эффективное распределение времени и продуктивное получение прибыли является чуть ли не первостепенной задачей в рамках руководства организации.

Цель проекта – разработать автоматизированную информационную систему для учета товаров для сети цветочных салонов. Для достижения цели поставлены следующие задачи: детально проанализировать деятельность организации; выявить логические связи и спланировать проект; разработать общую структуру системы, предусмотрев все необходимые варианты использования, и алгоритм её работы; провести тестирование и устранить недочеты.

Автоматизированная система будет иметь следующие функции.

- Функция «Учёт поступления товара» предназначена для процесса управления товарами, который был заказан салоном у поставщиков, перемещен с других салонов или складов.

- Функция «Учёт проданного товара» предназначена для поддержки процесса управления товаров за счет использования списка товаров, проданных в одном чеке.

- Функция «Учёт списания товара» предназначена для процесса управления товарами с истекшим сроком годности или находящихся в ненадлежащем виде.

- Функция «Формирование отчетов» предназначена для упорядочения товаров по разным классам/видам.

Система должна быть установлена во всех салонах сети. Системой могут пользоваться администратор и системный программист, отвечающие за эксплуатацию системы и обеспечение её работоспособности, работники салонов, имеющие доступ только к определённым функциям, работающие с системой повседневно, и их руководитель, имеющий доступ абсолютно ко всей системе

### Список литературы

1. Гаврилова И.В., Рогожкина С.В. Разработка мобильного приложения для сети цветочных магазинов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы 80-й международной научно-технической конференции. 2022. С. 442.



**Болотов А.Ю.**, студент,  
**Новикова Т.Б.**, канд. пед.наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВИЗУАЛЬНОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ГРАФИЧЕСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ**

В современном мире большой объем рекламы, к сожалению, она обладает крайне низким уровнем визуальной привлекательности. Яркие и правильно оформленные веб-сайты не только привлекают внимание, но еще и участвуют в процессе продажи продукции. По словам экспертов ритейла, практически 90% рекламы интернет-магазинов сегодня или не работает вообще или работает крайне плохо. Поэтому к рекламе своих товаров и веб-сайту нужно подходить комплексно и с умом.

Нейромаркетинг, как наука, привлекает к себе немало внимания. Все больше брендов при разработке маркетинговой стратегии и рекламной кампании опираются на исследования в области нейромаркетинга. В России пока что мало организаций используют нейромаркетинговые технологии в ведении бизнеса, по сравнению с другими странами.

Целью исследования является разработка методики изучения привлекательности графических интерфейсов. Достижению поставленной цели будет способствовать решение ряда следующих задач: 1) рассмотреть подходы к разработке критериев оценки качества web-интерфейсов; 2) рассмотреть существующие методы и средства исследования оценки качества web-интерфейсов; 3) сформулировать критериальные, инструментальные методы оценки качества web-интерфейсов; 4) сформулировать требования к проведению экспериментов на основе методики; 5) провести опытную работу по апробации методики; 6) рассмотреть вариант типового внедрения методики.

Результатом данной работы выступит методика оценки визуальной привлекательности графических интерфейсов, которая позволит повысить качество веб-интерфейсов, что в свою очередь увеличит конверсию на веб-ресурсе и увеличит доходы сайта предприятия.

### Список литературы

1. Алексеев А. Г. Дизайн-проектирование. М.: Юрайт, 2020. 91 с.
2. Голомбински К., Хаген Р. Добавь воздуха! Основы визуального дизайна для графики веб и мультимедиа / пер. с англ. Н.А. Римецан. СПб.: Питер, 2013. 272 с.
3. Давлеткиреева Л.З., Махмутова Н.М. Разработка организационного обеспечения проекта с использованием ИТ-аутсорсинга // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск, 2021. С. 419.

**Биннятов Р.А.**, студент-магистрант 2 курса  
**Бычкова Н.А.**, доцент  
ФГБОУ ВО «МГТУ "Станкин"» г. Москва

## **АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ВНИМАТЕЛЬНОСТИ, ОСНОВАННЫЙ НА ЭМОЦИЯХ**

Основной задачей данной работы, является описание и разработка алгоритма распознавания внимательности слушателя, основанный на эмоциях. Данный алгоритм использует машинное обучение, для распознавания и идентификации пользователя в видеопотоке (веб-камера). На некотором промежутке времени распознаются эмоции человека в виде коэффициентов, каждого из 7 классов, которые используются в дальнейшем для оценки внимательности слушателя.

### Список литературы

1. Сайт «Wikipedia» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenCV>, свободный.
2. Сайт «Pythonist» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pythonist.ru/raspoznavanie-licz-pri-pomoshhi-python-i-opencv/>, свободный.
3. Сайт «Хабр» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/netologyru/blog/434354/>, свободный.

**Старков А.Н.**, канд. пед. наук, доц.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ВИРТУАЛИЗАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Подготовка специалистов в области разработки программного обеспечения и управления проектами в области информационных технологий предполагает изучение ряда дисциплин, определяющих облик профессионала, готового работать в данной сфере.

В процессе прохождения курса «Операционные системы» студенты работают с современными операционными системами, изучают их назначение, основные функции, структуру и принципы работы. Основное внимание уделяется изучению операционных систем семейства Windows и Linux. Решение практических задач способствует подготовке специалиста, способного эффективно решать проблемы в рамках своей деятельности. Для работы с различными операционными системами в рамках курса используются системы виртуализации, позволяющие использовать вычислительные ресурсы физической машины для создания нескольких изолированных друг от друга виртуальных машин – со своими ресурсами, а также уйти от забот по конфигурированию (сборке и подбору необходимого железа под конкретные задачи) и настройке этого оборудования для запуска физических машин.

Виртуализация весьма активно используется в ИТ. Ее применяют в разработке, хостинге, тестировании ОС и ПО, в решении прикладных задачах обычно пользователя в бизнесе.

Для изучения операционных систем в рамках курса студенты используют одно из самых популярных кроссплатформенных решений с открытым кодом для тестов различных ОС и приложений под них в рамках локального компьютера разработчика или тестировщика – Oracle VM VirtualBox, а также Vagrant – приложение для упрощения создания и конфигурирования виртуальной среды разработки, являющееся оберткой для системы виртуализации VirtualBox. С использованием данной связки студенты учатся разворачивать виртуальные машины с рабочим окружением web-разработчика, а также настраивать компьютерную сеть.

Использование современных систем виртуализации, использующихся для снижения операционных затрат и сокращения сроков, необходимых для безопасного развертывания приложений в локальных средах и в облаке, повышают качество подготовки будущих специалистов, способных разрабатывать ПО, управлять проектами в области информационных технологий, управлять ИТ-инфраструктурой, что повышает конкурентоспособность ИТ-специалиста на рынке труда, и делают их более привлекательными для работодателя.

### **Список литературы**

1. Разгоняев В. К. Использование виртуальных компьютеров при преподавании дисциплин, связанных с информационными технологиями // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2020. № 2(34). С. 61-66.

**Краснов А.А.**, магистрант  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» г. Магнитогорск, РФ

## **ВНЕДРЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ**

Прогресс на стоит на месте и с каждым днем от сотрудников в любой компании требуют все больше и больше знаний, компетентности и большого опыта работы по профильной специальности. К сожалению, при прохождении обучения в средних и высших учебных заведениях студенты не могут в достаточной мере набраться опыта в профильном направлении на практике. В нынешнее время количество часов, отводящихся на самостоятельную работу и изучения всех тонкостей направления, равно или даже превышает, на отдельных направлениях, количество аудиторных часов, что не может не отразиться на подготовке молодых специалистов.

Целью работы выступали изучение и анализ эффективности внедрения тренажеров в процесс обучения студентов. В качестве источников были использованы работы по теме применения тренажеров в различные отрасли.

При должном обследовании процесса обучения по определенным направлениям можно выдвинуть специальные требования и сценарии, на которых будет основан будущий виртуальный тренажер, способный существенно модернизировать процесс обучения, при этом подготовив будущих специалистов к разным сложностям профессии.

Виртуальные тренажеры призваны решить следующие задачи: ознакомить со структурой объектов и их компонентами; выработать крепкие навыки выполнения, равно как отдельных операций, столь и полного их цикла; освоить технологическую схему и почерпнуть понятие об этапах технологического процесса; освоить механизм и технологическую оснастку, нужные для проведения работ; ознакомиться с требованиями техники безопасности; научиться выявлять изъяны в работе оборудования и его отдельных участков; зафиксировать навык правильно оформлять документацию.

Опыт использования тренажеров в учебном процессе дает возможность отметить следующие положительные моменты: учитывается персональный темп работы ученика, который самостоятельно управляет учебным процессом; уменьшается период выработки требуемых умений; возрастает объем тренировочных заданий; быстро достигается уравнивая дифференциация; возрастает мотивация учебной работы.

Подготовка специалистов узкого направления очень важно, особенно в период кризиса. Применение виртуальных тренажеров, для совершенствования процесса обучения специалистов в разных направлениях поможет не только упростить процесс обучения, но и улучшить его путем обучения на смоделированных ситуациях по сценариям реальных. Благодаря внедрению тренажеров количество по-настоящему способных, ценных и знающих свое дело специалистов возрастает.

**Новикова Т.Б.**, канд. пед.наук, доц.,  
**Болотов А.Ю.**, студент 4 курса,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА «ВЫСТАВЛЕНИЕ ПРОДУКЦИИ И РЕКЛАМНЫХ МАТЕРИАЛОВ»**

Моделирование бизнес-процессов жизненно необходимо для компании любого размера. Сегодня предприятия вынуждены постоянно осуществлять деятельность по улучшению бизнес-процессов и качества рекламной продукции для постоянного роста и следованию современным трендам экономического развития глобального пространства.

В процессе исследования с использованием нотации IDEF0.[3] была построена модель бизнес-процесса выставления продукции на полки магазина и размещения рекламных материалов в торговом зале

В ходе анализа бизнес-процесса было выявлено «узкое место» на предприятии отсутствует методика оценки визуального качества печатной продукции и упаковок товаров при помощи нейроинтерфейсов, что приводит к низкому качеству исходных рекламных кампаний и визуального качества стеллажей и полок магазина. Товары не «цепляют глаз» и расположены, не соответствуя современным трендам нейромаркетинга.

Необходима разработка и внедрение методики, которая позволит увеличить товарооборот и качество рекламных кампаний, что тоже повлечет за собой увеличение продаж. Методика оценки визуального качества печатной продукции и упаковок товаров должна основываться на использовании новых технологий искусственного интеллекта. Так, например, нейроинтерфейсы - новый тренд в развитии графического дизайна. Они позволяют на основе физических и биометрических данных разрабатывать рекламные кампании, которые будут считываться человеком на физическом и биометрическом уровне.[1]

В ходе исследований была составлена диаграмма IDEF0 «как есть», были выявлены «узкие места» компании, составлена диаграмма IDEF0 «как должно быть». Исходя из этого, можно понять, что надо внедрить методику оценки визуального качества печатной продукции и упаковок товаров.

### Список литературы

1. Гаврилова И.В. Исследование рисков применения нейрокомпьютерных интерфейсов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2020. Т. 11. № 1. С. 62-64.
2. Масленикова О.Е., Назарова О.Б. Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие. Электронное издание. Москва, 2017. (2-е издание, исправленное)
3. Новикова Т.Б., Назарова О.Б., Петеляк В.Е. IDEF0, DFD, IDEF3, FISH-BONE, FTA: теория и практика бизнес-моделирования: учеб. пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 97 с.

**Мазнина Ю.А.**, ст. преп., учитель проектной деятельности,  
**Чернева А.А.**, обучающаяся Проектной школы  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **АНАЛИЗ ТВОРЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Искусственный интеллект стал частью нашей повседневной жизни. На сегодняшний день существует несколько типов искусственного интеллекта, созданных в качестве инструментов для творчества [1].

Было проведено исследование, чтобы предположить дальнейшее развитие креативных нейронных сетей и выяснить, смогут ли творческие нейронные сети заменить человека в творческом процессе в ближайшие 5 лет.

В рамках исследования были рассмотрены нейронные сети, способные создавать изображения по описанию пользователя. Самые реалистичные изображения были созданы искусственным интеллектом Midjourney, Deep Dream Generator и Dream Studio. Это зарубежные нейронные сети, которые генерируют изображение по пользовательскому описанию. Отечественный аналог такого типа нейронных сетей – ruDALL-E, созданный разработчиками компании SberAI, – создает не реалистичные изображения. Также в исследовании представлен анализ искусственного интеллекта AutoDraw, Image to image, Artbreeder. Такие нейронные способны «дорисовывать» изображение пользователя, добавляя недостающие по мнению искусственного интеллекта линии и объекты, а также применять разнообразные фильтры.

Также в рамках исследования было проведено глубинное интервью с искусствоведом, и был проведен опрос 56 респондентов от 14 до 45 лет. В опросе респондентам предлагалось отличить картины, созданные художниками от картин, созданных искусственным интеллектом. Из 56 опрошенных 16 учились или учатся в художественной школе. Результаты опроса показали, что в настоящий момент люди способны различать изображения, созданные искусственным интеллектом от изображений, созданных человеком. Интересно, что респонденты с художественным образованием дали больше правильных ответов, чем респонденты без художественного образования. Чаще всего опрошенные выбирали ответ «это изображение нарисовано человеком», если на картине была подпись или отсутствовали яркие абстрактные формы. Таким образом, становится ясно, что на сейчас у людей есть определенный набор критериев, помогающий отличать работы нейронных сетей от работ человека.

По результатам исследования был сделан вывод, что в ближайшие 5 лет искусственный интеллект не сможет заменить человека в элитарном творчестве, однако уже сейчас творческие нейронные сети являются хорошим инструментом создания изображений для массового потребителя.

### Список литературы

1. Computational aesthetics and applications [Электронный ресурс]. URL: <https://vciba.springeropen.com/articles/10.1186/s42492-018-0006-1/>

**Масленникова О.Е.**, канд. пед. наук, доцент

**Петеляк В.Е.**, канд. физ.-мат. наук, доцент

**Гаврилова И.В.**, канд. пед. наук, доцент

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ОПЫТ ВСТРАИВАНИЯ СЕРТИФИЦИРОВАННЫХ КУРСОВ ФИРМЫ «1С» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА»**

Основой практико-ориентированной среды формирования профессиональных компетенций обучающихся по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» выступают программные и учебно-методические ресурсы фирмы «1С» (технологическая платформа «1С:Предприятие 8.3»; «Система проектирования программных решений», «Сценарное тестирование» и портал Информационно-технологического сопровождения; сертифицированные курсы от «1С»: Азы программирования, Основные объекты, Управление данными, Комплексная автоматизация в корпоративных информационных системах.

Предварительные результаты таковы:

– за период с 2018 по 2022 год отмечен рост сложности проектирования и реализации бизнес-логики проектных решений, выносимых на защиту проектных работ, курсового проектирования и выпускных квалификационных работ;

– технологическая платформа фирмы «1С» выступает средством прототипирования при выполнении проектных учебных и выпускных работ;

– увеличился средний балл участников Универсиад и Олимпиады по программной инженерии, полученный за решение заданий, связанных с реализацией (от 10 из 70 возможных в 2019 уч.г., до 30 – в 2022 году);

– увеличилась доля тем ВКР по видам управленческих решений, направленных на реализацию всех этапов жизненного цикла системы (24,4% в 2018-2019 уч.г, от общего числа ВКР по рассматриваемому направлению подготовки до 51, 2 % в 2021-2022 уч.г.);

– наблюдается также и рост ВКР, в которых предметом исследования выступают как программные решения, так и технологи внедрения и сопровождения от «1С» (50,1% в 2018-2019 уч.г, от общего числа ВКР по рассматриваемому направлению до 88, 2 % в 2021-2022 уч.г.).

Таким образом, обучающиеся демонстрируют владение всеми индикаторами компетенции (ПК-3: способен выполнять работы по созданию (модификации), внедрению и сопровождению ИС).

**Чернова Е.В.**, канд. пед. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Виноградова Ю.Я.**, преподаватель  
КГКП «Житикаринский политехнический колледж»,  
г. Житикара, Казахстан

## **РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ОБУЧЕНИИ ОСНОВАМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КОЛЛЕДЖЕ**

Человеческий разум – это система сложная и комплексная. Вопрос изучения и воспроизведения этого механизма стоял остро всегда. На сегодняшний день – это очень актуально. Формирование современных инновационных технологий создало большое количество дел, которые связаны с: человеческой речью, возможностью научиться распознавать и синтезировать её; разработками механизмов технического зрения, которые будут иметь возможность распознавать лица людей; возможностью научить автомобили ездить самостоятельно без участия человека и т.д.

Наиболее эффективны в дидактическом плане является использование не отдельно взятых электронных учебных материалов, а применение электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК), представляющих собой совокупность учебно-методических материалов по дисциплине. ЭУМК обеспечивают организационную и содержательную целостность системы, методов и средств обучения для наиболее полной реализации задач, предусмотренных государственными образовательными программами. Подготовка ЭУМК состоит из следующих основных этапов: определение целевой аудитории; постановка целей и задач курса; подбор и структурирование содержания курса.

Прежде чем приступать к разработке ЭУМК или электронного курса, необходимо определить целевую аудиторию учащихся, для которых этот курс создается. Необходимо отметить, что созданный комплект материалов может использоваться для разных форм обучения, для чего составляется подробное руководство (путеводитель) по учебной дисциплине / курсу.

Внедрение электронных учебно-методических комплексов в процесс обучения создает принципиально новые педагогические инструменты, предоставляя, тем самым, и новые возможности. При этом изменяются функции педагога, и значительно расширяется сектор самостоятельной учебной работы как неотъемлемой части учебного процесса, что особенно актуально в период перехода к государственным образовательным стандартам нового поколения.

### Список литературы

1. Морхат П. М. К вопросу о правовой дефиниции термина «искусственный интеллект» // Московского городского педагогического университета. 2018. С. 74.
2. Ознамец В.В. Отношения естественного и искусственного в информационном поле // Перспективы науки и образования. 2018. №. 1 (31). С. 16-22.



**Гаврилова И.В.**, канд. пед. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РИСКОВ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕЙМИФИКАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ**

В последнее время заметен интерес педагогического сообщества к геймификации, как одному из современных инструментов, способствующих повышению качества образовательного процесса. Принцип геймификации подразумевает внедрение в образовательный процесс элементов из других областей (игр, социальных сетей) для создания более удобной и привлекательной образовательной среды. [1] Под геймификацией будем понимать способ организации образовательной или профессиональной деятельности с помощью игровых технологий, в том числе – на основе компьютерных игр. В то же время, накопленный опыт применения геймификации в образовательном процессе позволил выделить группы рисков, препятствующих достижению его целей.

Наиболее частым риском издеватели называют неготовность образовательной среды и педагогического сообщества к внедрению геймификации: недостаточность дидактических средств и методик их применения, неготовность педагогов использовать данный инструментарий, отсутствие системного подхода к внедрению геймификации.

Вторым по частоте упоминания рисков выступает подмена внутренней мотивации внешней, при которой обучающийся хитрит, стараясь формально набрать необходимое количество бонусов для прохождения уровня.

К наиболее опасным рискам относят те, которые влияют на формирование личности обучающихся: влияние информационного поля на систему ценностей личности и его самооценку; манипуляция сознанием обучающегося; риски личной деградации, а также риски игровой аддикции[3].

Возможный риск внедрения геймификации в образование в условиях цифровой среды связан с формализацией и обезличиванием педагогического процесса, что подрывает основы педагогического процесса, основанного на взаимодействии педагога и обучающегося, формализует и обесценивает сотрудничество в образовании. [2]

### Список литературы

1. Гаврилова И.В. Геймификация как средство повышения эффективности онлайн-курсов // Образование и проблемы развития общества. 2018. № 1 (5). С. 14-23.
2. Перспективы и риски внедрения геймификации в современном образовании / Попова Т.В., Ермакова О.Е., Долгова А.А., Черных Н.А. // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2022. Т. 28. № 2. С. 12-17.
3. Полякова В.А., Козлов О.А. Методологические основания разработки геймифицированных обучающих систем в контексте информационной безопасности личности // Человек и образование. 2017. № 1 (50). С. 87-93.

**Боброва И.И.**, канд. пед. наук, доц.

**Ефимова И.Ю.**, канд. пед. наук, доц.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ДИСТАНЦИОННЫЙ КУРС ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ» КАК СРЕДСТВО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ АДАПТИВНЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ПРАКТИК**

Развитие современного общества может быть успешным, когда все составляющие этого процесса (образование; технологии, применяемые в стране; финансовая база государства и т.п.) будут нацелены на результативное достижение поставленной цели. Использование дистанционных информационных технологий в учебном процессе позволяет не только повысить качество учебного материала, но и усилить образовательный эффект от применения инновационных педагогических программ и методик, поскольку дает преподавателям дополнительные возможности для построения индивидуальных образовательных путей обучающихся, а кроме того, позволяет реализовать дифференцированный подход к учащимся с разным уровнем готовности к обучению на основе использования информационных технологий, и в частности, электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК). Примером может служить разработанный нами дистанционный курс по дисциплине «Основы математической обработки информации». Адаптивные практики достигаются с помощью разных инструментов курса: адаптивный контент; адаптивное оценивание и адаптивное структурирование занятия в соответствии с потребностями и уровнем подготовки обучающихся.

Таким образом, формируется индивидуальный образовательный путь для каждого студента, гарантирующий итоговое освоение запланированных знаний, умений и навыков. В адаптивной модели обучения на основе дистанционных технологий каждый преподаватель может предложить свое содержание учебного курса и учебные материалы к нему, структуру курса; оптимальные, с его точки зрения, способы достижения учебной задачи - методы, приемы, формы и средства обучения; методы, формы и виды контроля знаний и пр.

### Список литературы

1. Боброва И.И., Ефимова И.Ю., Трофимов Е.Г Методика формирования ИКТ-компетенций у студентов вуза при изучении дисциплины «Системы сбалансированных показателей в управлении эффективностью бизнеса» // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6. С. 194.

2. Гусева Е.Н., Ефимова И.Ю. Сборник тестов и заданий по курсу «Основы математической обработки информации»: задачник. Магнитогорск : Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2019.

**Ефимова И.Ю.**, канд. пед. наук, доц.  
**Костомарова А.С.**, студент гр. АПОБ-18  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ WEB-КВЕСТА «ОТКРЫВАЕМ МИР ИТ-ПРОФЕССИЙ» ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ**

В соответствии с новыми федеральными государственными образовательными стандартами школьник является инициатором в получении новых знаний и умений. Образовательный Web-квест – способ активизации самостоятельной учебной деятельности старшеклассников. Всегда перед учащимися старших классов стоял один жизненно важный вопрос: «Кем быть?». Важнейшее отличие современного понимания профессиональной ориентации заключается в том, что она нацелена не на выбор определенной профессии каждым учащимся, а на формирование неких универсальных качеств у учеников, которые позволили бы осуществить самостоятельный, сознательный профессиональный выбор, где школьники были бы ответственными за него. Web-квест является источником для «добывания» новых знаний и нахождения ответа в проблемной задаче. Работа с Web-квестом способствует развитию и воспитанию качеств личности, которые отвечают требованиям постиндустриального общества (информационного).

Разработанный нами Web-квест «Открываем мир ИТ-профессий» дает старшеклассникам возможность, испробовав себя в определенной роли, приобрести возможность определения дальнейшего выбора профессии, так как технология Web-квеста первоначально основывается на применении деятельностного подхода. Сфера ИТ, которая сегодня считается, по мнению экспертов рынка труда, наиболее перспективной, привлекает только 10% старшеклассников. При этом большая часть опрошенных среди профессий сферы ИТ называют только программиста. Очень важно правильно оценить свои способности и принять решение в выборе профессии. Использование Web-квестов для профориентации увеличивает шанс в будущем найти свое место в жизни, в специальности: он дает старшеклассникам право на ошибку, чтобы профессионально адаптироваться в выбранном ИТ-направлении.

### Список литературы

1. Кузнецова Д. С. Практико-ориентированный подход формирования мотивации научной деятельности студенческой молодежи (региональный аспект) // Молодой ученый. 2022. № 30.1 (425.1). С. 1-3.
2. Медведева Я. С. Применение Web-квест технологии как современной модели обучения // Молодой ученый. 2016. № 17 (121). С. 136-139.
3. Царапкина Ю.М., Якубова Э.Ю. Использование технологии «веб-квест» в профессиональном самоопределении // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2018. Т. 15. № 4. С. 373—381.

**Романова М.В.**, канд. пед. наук, доц.,  
**Токарева Е.В.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **КОМПЬЮТЕРНАЯ РОЛЕВАЯ ИГРА КАК СОВРЕМЕННОЕ СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ**

Одной из тенденций современной школы является цифровизация всех этапов учебного процесса. Разрабатываются и применяются различные информационные технологии для формирования и развития знаний учащихся. Одним из направлений является - включение в занятие игр и игровых моментов, что делает процесс обучения интересным и занимательным, создает у детей бодрое рабочее настроение, облегчает преодоление трудностей в усвоении учебного материала. Разнообразные игровые действия, при помощи которых решается та или иная умственная задача, усиливает интерес детей к предмету, к познанию ими окружающего мира.

Игра ставит обучающихся в условие поиска, пробуждает интерес к победе, следовательно, дети стремятся быть быстрыми, находчивыми, четко выполняют задания, соблюдая правила. Поэтому разработка образовательных компьютерных игр является актуальной темой. В рамках нашего исследования представим описание проекта компьютерной ролевой игры, которая может выступать как средство контроля знаний учащихся.

Проект – компьютерная ролевая игра для контроля знаний учащихся по теме «Теоретические основы информатики».

Цель проекта – закрепление в интерактивной и игровой форме теоретического материала у учащихся среднего звена по разделам школьного курса информатики «Теоретические основы информатики».

За основу проекта взята примерная рабочая программа основного общего образования, целевой аудиторией являются учащиеся 5 – 8 класса. Сама ролевая компьютерная игра будет представлена в виде структурированного фэнтезийного сюжета, в рамках которого пользователь – то есть обучающийся, должен управлять главным персонажем игры и вести его по истории. Все практические задания вводятся в игру посредством сюжетных заданий, которые будут существовать согласно атмосфере сюжета и его мира. Для реализации игры была выбрана платформа RPG Maker MV. Главное преимущество которой: лёгкая импортруемость приложения на разные платформы, готовые шаблоны графических элементов и аудиофайлы, создание игры без кода только с помощью внутреннего конструктора или же с использованием скриптов-плагинов на JavaScript, полная русификация программы

В рамках тестового прогона на учащихся 7-го класса была выявлена большая заинтересованность детей в такой форме закрепления знаний. Таким образом, можно сделать вывод, что использование на занятиях интерактивных игр повышает уровень закрепления пройденного материала и мотивации обучающихся, заинтересовывают их, что способствует желанию выполнять различные виды заданий.

**Чусавитина Г.Н.**, канд. пед. наук, проф.,  
**Кагарманова Л.А.**, маг.,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ГЕЙМИФИКАЦИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА PYTHON В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ**

**Постановка проблемы.** В условиях цифровизации всех сфер современной деятельности в образовании особое внимание уделяется раннему обучению детей программированию. Возникают проблемы, связанные с организацией процесса обучения и повышения мотивации обучающихся к изучению языков программирования. Выход из данной ситуации мы видим в использовании геймификации в процессе обучения.

Геймификация – это использование игровых элементов или принципов игры в неигровых ситуациях. Основная цель геймификации – добиться от учащихся той же вовлеченности в учебный процесс, как если бы они играли в занимательную игру, а также построить процесс обучения таким образом, чтобы он проходил более естественно и непринужденно [1-3,6,7 и др.].

Целью нашего проекта является разработка методики применения геймификации при обучении языку программирования Python в системе дополнительного образования детей, в ходе которого обучающиеся в игровой форме будут получать знания по основам алгоритмизации и программирования. Изучение материала было построено на следующих принципах геймификации: фактор вызова (мотивация) для поддержки добровольного характера игры; наличие внеигровой серьезной цели, механизмы обратной связи игропедагога и обучающихся; система очков, баллов и рейтинга для обобщения опыта поражения и побед.

В ходе исследования нами была изучена педагогическая, психологическая, методическая литература по проблеме использования элементов геймификации в процессе обучения программированию на Python в системе дополнительного образования детей [1-3 и др.]. Как показывают результаты исследований, применение геймификации поддерживает вовлеченность школьников при изучении основ алгоритмизации и программирования и позволяет повысить качество образовательных результатов.

В результате проведенной работы нами была разработана методика преподавания курса по основам программирования на языке Python с элементами геймификации с учетом дифференцированного подхода и от простого к сложному. Апробация прошла в центре довузовской подготовки МГТУ им. Г. И. Носова в 2022-2023гг. Результаты проведенного исследования свидетельствуют об эффективности применения геймификации в процессе обучения программированию на Python по сравнению с традиционными средствами обучения.

**Выводы.** В результате проделанной работы нами теоретически обоснована и доказана на практике результативность применения авторской методики использования геймификации как средства повышения качества образовательных результатов и позволила создать более комфортную среду для изучения материала при обучении программированию на Python.

## Список литературы

1. Исследование условий включения элементов геймификации в изучение основ алгоритмизации и программирования для повышения качества образовательных результатов обучающихся / Е.К. Герасимова, Н.В. Гавриловская, Е.В. Соболева, Т.Н. Суворова // ПНиО. 2021. №4 (52). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-usloviy-vklyucheniya-elementov-geymifikatsii-v-izuchenie-osnov-algoritmizatsii-i-programmirovaniya-dlya-povysheniya>.
2. Нестеров, М. В. Опыт применения игровых технологий при обучении программированию // Информационные технологии в образовании. 2020. № 3. С. 159-167.
3. Ниетбаева Н. А., Сагимбаева А. Е. Инструменты геймификации используемые при обучении информатике // Открытая наука 2021 : Сборник материалов научной конференции с международным участием, Москва, 22 апреля 2021 года. Москва: Издательство «Aegitas», 2021. С. 428-436.
4. Твердохлебова Е. Я. Применение онлайн-сервиса Genial.ly в образовательной деятельности дошкольной образовательной организации // Дистанционное обучение: реалии и перспективы : Материалы V всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13–14 февраля 2020 года / Составители Н.Д. Матросова, О.А. Лазыкина. Санкт-Петербург: ГБУ ДПО «Санкт-Петербургский центр оценки качества образования и информационных технологий», 2020. С. 116-122.
5. Усанова А.В., Ступникова Е.И. Образовательный потенциал Интернет-платформы «Genially» как одного из средств актуализации знаний учащихся // Юридическая наука в XXI веке: актуальные проблемы и перспективы их решений: сборник научных статей по итогам работы девятого круглого стола со Всероссийским и международным участием, Шахты, 29–30 сентября 2020 года / Донской государственный технический университет. Том Часть 2. Шахты: ООО «Конверт», 2020. С. 168-169.
6. Фоменко Е. А. Геймификация как способ обучения детей программированию // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. 2020. № 1-2. С. 21-24.
7. Chusavitina, G. N. Gamification in training and teaching of university it-students / G. N. Chusavitina, N. N. Zerkina // eLearning sustaiment for never-ending learning, Bucharest, 30 апреля – 01 2020 года. – Bucharest: Editura Universitară, 2020. – P. 519-532.

**Романова М.В.**, канд. пед. наук, доц.,  
**Хайрова М.А.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **«КОНТУР.КЛАСС» В УПРАВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ**

В России ведется активное внедрение автоматизированных информационных систем в среднем образовании. Они направлены, в первую очередь, на упрощение взаимодействия школы и родителей. Автоматизированные информационные системы помогают любой школе в облегчении многих процессов: запись ребенка в учебное заведение, электронный дневник, новости школы, таким образом родители становятся ближе к жизни школы. На сегодняшний день существует огромное количество систем, позволяющих организовать процесс управления работы с документами и выбрать достаточно сложно. Все они имеют разные цены, некоторые владеют излишним набором функций, как того требует организация, либо же наоборот недостаточным. В рамках нашего исследования рассмотрим один из отечественных сервисов – «Контур.Класс».

«Контур.Класс» призван облегчить организацию как очного, так и дистанционного обучения, снизить нагрузку на педагогов и повысить успеваемость учеников. Разрабатывался при активном содействии педагогического сообщества. На данный момент хотим отметить фотоприложение сервиса. Оно упрощает дистанционную проверку домашних заданий. Ученик фотографирует смартфоном домашнюю или классную работу, а умные алгоритмы автоматически сортируют полученные решения по классам и отправляют учителю. Педагог сможет прокомментировать и даже нарисовать пояснение, выделить ошибки, вернуть задание на доработку или поставить оценку. Система мобильных уведомлений напомнит ученику о задании, а внутренний дневник сохранит все отметки. Встроенный журнал сохраняет работы учеников и рецензию учителя. К любой работе можно вернуться для назначения пересдачи или сдачи с опозданием. Родитель видит оценки и письменные ответы своего ребенка.

Таким образом, мы видим, что современные автоматизированные информационные системы способны значительно упростить работу педагога при организации и осуществлении учебного процесса.

### Список литературы

1. Григорьев П.В. Электронное правительство в России: проблемы и перспективы развития // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2009. Т. 1, № 3. С. 179-184.
2. Петров О.В. Стратегия электронного правительства в России: на пути к эффективному государству, ориентированному на граждан // Информационное общество. 2007. № 1-2. С. 28-35.

**Сафина А.А.**, студент,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ  
**Доколин А.С.**, канд. пед. наук, учитель информатики  
МОУ «СОШ №28», г. Магнитогорск, РФ

## **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРАКТИВНОСТИ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Современное состояние проблемы обеспечения информатизации всех сфер жизни общества определяет необходимость использования современных информационных технологий в сфере дополнительного образования.

Мониторинг работы учащихся осуществляется преподавателем непрерывно, как по отдельным элементам, так и на уровне всего курса дополнительного образования. Следствием внедрения современных информационных технологий в образовательный процесс стало развитие интерактивных средств обучения. Данные средства строятся на принципах диалога, который осуществляется, как между педагогом дополнительного образования и участником творческой деятельности, так и между участниками объединения. Следовательно, интерактивные технологии, применяемые в учреждениях дополнительного образования, будут актуальны лишь при выполнении следующих шагов:

- межличностное взаимодействие в виде диалога;
- организация сюжетно-ролевых игр;
- распределение участников деятельности на отдельные направления, где будет прослеживаться логика технологического процесса изготовления модели;
- подготовка участников объединения к соревнованиям, выставкам, конкурсам и участие в них;

Таким образом, созданные условия интерактивного занятия дают возможность участникам обмениваться полученными знаниями и умениями, способами изготовления моделей и новыми идеями в области конструирования. Что в свою очередь может оказать помощь в формировании, среди участников творческого объединения, межличностного и творческого взаимодействия по отработке навыков поведения в сложных ситуациях, имея при этом собственное мнение и ценности. В техническом творчестве общение в сочетании с конструированием, обменом практических знаний поддерживается стимулированием в виде участия в мероприятиях различного уровня, что также входит в систему интерактивных совместных форм деятельности, которые поддерживаются интерактивными методами занятий.

### Список литературы

1. Karmanova E.V., Chernova E.V., Dokolin A.S. Modeling knowledge assessment with gamification technology on e-learning platform / International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), 2019. – Publisher: IEEE – p.1-6.
2. Чернова Е.В. Инновационные образовательные технологии в преподавании основ информационной безопасности // Электротехнические системы и комплексы. 2015. №1(26). С. 52-55



**Чусавитина Г.Н.**, канд. пед. наук, проф.,  
**Клевесенкова С.В.**, магистрант,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ДЛЯ ОНЛАЙН-КУРСА «ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ»**

Цифровая трансформация затрагивает различные области деятельности человека, что ведет к преобразованию рынка услуг, в первую очередь образовательных. Наметившиеся в системе образования перемены коснутся парадигмы, формы, и содержания, системы контроля и оценки качества образования [1]. Перед системой образования в целом и перед преподавателями в частности поставлена задача разработать новые педагогические подходы, соответствующие особенностям обучения цифрового поколения. Одним из приоритетных направлений современного образования является онлайн-обучение; оно популярно и востребовано, поскольку имеет ряд преимуществ перед традиционным: для него нет временных и пространственных ограничений, обучение в своем темпе, для контента используется самая актуальная и последняя информация, разработчиками являются ведущие образовательные организации нашей страны, онлайн-платформы позволяют сразу оценивать уровень усвоения материала. На сегодняшний день наибольшую популярность приобрели такие онлайн-платформы как Skillbox, Coursera, Sterik, Универсарיום, Открытое образование.

Оценка результатов обучения в системе онлайн-обучения представляет самостоятельный и объемный блок. Система контроля и оценки образовательных результатов должна отражать уровень сформированности у обучающихся компетенций в рамках изучаемой дисциплины, а также способствовать повышению качества образования.

Целью нашего исследования является разработка системы контроля и оценки образовательных достижений обучающихся в соответствии с требованиями к реализации онлайн-курса «Искусственный интеллект в образовании». Для достижения поставленной цели нам предстоит решить следующие задачи: рассмотреть особенности разработки системы контроля и оценки образовательных достижений, обучающихся для онлайн-курсов, рассмотреть содержательный компонент онлайн-курса «Искусственный интеллект в образовании», разработать контрольно-измерительные и оценочные материалы для данного курса.

### Список литературы

1. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта в России на период до 2030 года: указ Президента РФ от 10 октября 2019 года № 490. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_335184](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184) (дата обращения: 05.12.2022).
2. Уваров А.Ю. Цифровое обновление образования: на пути к «идеальной школе» // Информатика и образование. 2022. 37(2). С. 5-13

**Боброва И.И.**, канд. пед. наук,  
**Сакаева И.А.**, студентка 5 курса,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЯ «НИКТО НЕ ЗАБЫТ, НИЧТО НЕ ЗАБЫТО» ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 7-9 КЛАССОВ**

Современные школьники, выросшие в эпоху новых технологий, воспринимают информацию быстро, а концентрация их внимания снизилась в десятки раз по сравнению с предыдущими поколениями. Традиционные формы изучения материала теряют свою эффективность. Перед педагогами возникает задача сформировать для учащихся такую модель обучения, при которой учебный материал будет простым для восприятия, ярким и визуальным. Не менее важной задачей является воспитание у школьников патриотизма в условиях сложившейся в мире ситуации и с учетом реалий современности – СВО на Украине.

Использование метода проектов позволит учащимся глубже погрузиться в тематику мероприятия «Никто не забыт, ничто не забыто», посвященного Дню Победы. Учащимся 7-9 классов предлагается разделить на команды, изучить теоретические материалы по своей теме и принципы работы при создании инфографики, создать инфографику, соответствующую выбранной теме и представить свои работы перед другими командами и членами жюри.

Ожидаемыми результатами реализации проекта является формирование у учащихся различных компетенций (исследовательская, командная, коммуникативная), усвоение теоретических знаний и приобретение практических навыков работы с инфографикой, а практически-значимым результатом проекта является инфографика по выбранной теме.

### Список литературы

1. Галищева Д.С. Управление коммуникациями в проекте // Синергия наук. 2020. №43. С. 360-365.
2. Кильмасова И.А., Шарипова Э.Ф. Управление проектной деятельностью учащихся. Челябинск: Челяб. гос. пед. ун-та, 2015. 79 с.
3. Крам Р. Инфографика. Визуальное представление данных. СПб.: Питер, 2015. 384 с.
4. Маслов Е.И. Приемы проектной деятельности, используемые при организации процесса систематизации знаний учащихся // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2009. №12. С. 192-199.
5. Островская В.Н., Момотова О.Н., Воронцова Г.В. Управление проектами: учебник для вузов. СПб.: Лань, 2022. 400 с.

Сатушева А.Д., зам. начальника технического отдела  
ООО «ТехноГарант», г. Магнитогорск, РФ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К АТТЕСТАЦИИ ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХ ОПАСНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ**

Цель промышленной безопасности - создание таких условий, когда риск возникновения аварий на опасном производственном объекте сведен к минимуму. Важной составляющей процесса управления промышленной безопасностью является подготовка (аттестация) персонала. Как указывают исследователи [1], по отдельным направлениям подготовки специалистов компетенции, формируемые в образовательном учреждении, не дают возможности исполнению выпускником своих должностных обязанностей на производстве в полной мере и на восполнение этих недополученных в вузе знаний, умений и навыков затрачиваются уже ресурсы предприятия, фактическое рабочее время самого специалиста и другого персонала. Помимо традиционного самообучения и наставничества, на промышленных предприятиях внедряются новые подходы к обучению.

Автоматизированные комплексы все больше находят широкое применение. Программы, реализованные как с использованием технологии виртуальной реальности (VR), так и с использованием Desktop версии, обеспечивают погружение в среду функционирования промышленного объекта. Использование заложеного в программу аналитического инструментария предоставляет возможность тестирования обучающихся и получения развернутой формы их итоговой аттестации по всему блоку тестовых заданий [2].

На предприятиях в процессе обучения могут использоваться компьютерные тренажеры, которые имитируют рабочие места, полностью соответствующие реальному производству, и сервер с математической моделью технологического процесса [3]. С помощью тренажера можно изучать устройство оборудования, теорию технологического процесса; анализировать возможные причины возникновения проблем в результате действий на конкретном рабочем месте и осваивать способы их предупреждения.

В некоторых работах [4] описан успешный опыт использования специально разработанных мобильных приложений для работников, проходящих подготовку по охране труда и промышленной безопасности. Среди преимуществ использования мобильного приложения по сравнению с подготовкой на компьютере можно выделить гибкую организацию времени подготовки, доступность для всех категорий работников.

Как следует из вышеизложенного, подготовка к аттестации специалистов промышленных предприятий помимо традиционного самообучения и наставничества, дополняется новыми средствами и подходами к обучению, основанными на современных технологиях машинного обучения.

### Список литературы

1. Панишев А. Л., Горина Л. Н. Методы и технологии формирования практических компетенций в области промышленной безопасности // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10. №. 2. С. 299-303

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019660609 Российская Федерация. Программный комплекс для VR- и Desktop- обучения основам промышленной безопасности с последующим тестированием: № 2019619681: заявл. 01.08.2019: опубл. 09.08.2019 / А. Р. Абдульязнов заявитель Общество с Ограниченной Ответственностью «Производственное объединение «Зарница». – EDN EMWPSX.

3. Цифровизация бизнес-процессов в области охраны труда на примере ведения обучающего мобильного приложения «Обучение по охране труда и промышленной безопасности» / В. В. Ермилов, А. В. Клинов, М. Ю. Белозор, С. А. Едреников // Евразийское Научное Объединение. – 2020. – № 12-2(70). – С. 86-88. – EDN RKBKQJ.

4. Пигарева А. С. Дистанционное обучение по промышленной безопасности с использованием компьютерных технологий // Новая наука: Стратегии и векторы развития. 2015. №. 5-2. С. 157-159.

**Финогеева Е.В.**, студент

**Чернова Е.В.**, канд. пед. наук доц.,

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ИНТЕРАКТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ LMS MOODLE**

С помощью использования интерактивных средств обучения открываются новые возможности организации межличностного взаимодействия путем налаживания внешнего диалога в учебном процессе. Современное состояние проблемы обеспечения информатизации всех сфер жизни общества определяет необходимость использования телекоммуникационных и информационных технологий в сфере дополнительного образования. Интерактивные средства обучения становятся одним из наиболее эффективных инструментов образовательной деятельности, так как с помощью него ученики начинают учиться в игровой форме, что наиболее востребовано в современном мире у молодежи.

Самой сложной задачей современного педагога становится включение в свою профессиональную деятельность актуальных и интересных для ребенка материалов, которые позволят достичь поставленной перед образованием задачи максимально эффективно. В Moodle доступны различные возможности для отслеживания успеваемости учащихся, а также есть поддержка массовой регистрации с безопасной аутентификацией. Система имеет гибкий интерфейс с возможностью настраивания макетов и дизайна отдельных страниц. Платформу можно интегрировать с большим количеством программного обеспечения, включая инструменты для общения, совместной работы, управления документами и другие приложения для повышения производительности.

Опыт показывает, что «наиболее успешным будет человек, способный быстро учиться, однако многие из нас недостаточно мотивированы, чтобы учиться самостоятельно и получать необходимые знания и умения». Уровень взаимодействия студентов в процессе усвоения учебной информации определяет успешность их учебной деятельности, поэтому грамотная организация взаимодействия студентов является основой повышения эффективности образовательной деятельности. Интерактивные средства обучения MOODLE позволяют реализовать требования ФГОС в полном объеме.

### **Список литературы**

1. Karmanova E.V., Chernova E.V., Dokolin A.S. Modeling knowledge assessment with gamification technology on e-learning platform / International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), 2019. – Publisher: IEEE – p.1-6.

2. Применение дистанционных технологий в высшем учебном заведении: монография / Е.В. Чернова, И.И. Боброва, К.А. Рубан, Е.Г. Трофимов, Е.В. Карманова, Л.Ф. Ганиева, В.Н. Макашова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2016.

**Рожков А.В.**, магистрант,  
**Ефимова И.Ю.**, канд. пед. наук, доц.  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ИКТ-КОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ С НАРУШЕНИЕМ ЗРЕНИЯ**

В условиях цифровизации современного общества, стремительного научно-технического и технологического развития, ускорения процессов информатизации, нестабильности финансово-экономического положения проблема социальной адаптации человека становится все более актуальной. В этих условиях существенные затруднения в социальной адаптации испытывают люди с ограниченными физическими возможностями здоровья, в том числе и лица с нарушениями зрения. В связи с этим роль современных ИКТ и высокий уровень информационно-коммуникационной компетентности становятся необходимым условием социальной адаптации лиц с глубокими нарушениями зрения.

Для решения данной проблемы нами спроектирована методическая система формирования ИКТ-компетентности лиц с нарушениями зрения, включающая в себя содержательный компонент - учебный курс и учебно-методическое пособие и операционно-деятельностный компонент (адаптивные средства, формы и методы обучения). Учебный курс состоит из трех взаимодействующих блоков: теоретический, практический и контрольно-измерительный. Содержание теоретической части в основном способствует формированию когнитивного компонента ИКТ-компетентности инвалидов по зрению, содержание практической части курса — деятельностного и коммуникационного, которая реализована посредством практических заданий и методических рекомендаций. Разработанные рекомендации созданы с учетом особенностей незрячих и слабовидящих людей. Главной особенностью теоретического материала является необходимость доступного изложения теоретических основ, сложных по своему содержанию для восприятия незрячих.

Таким образом, формируется индивидуальный образовательный путь для каждого обучающегося, гарантирующий итоговое освоение запланированных знаний, умений и навыков. Умение использовать информационные технологии и современные телекоммуникационные средства становится главным условием профессиональной пригодности специалистов с нарушением зрения.

### Список литературы

1. Бободжонова О.Н., Савельева О.А. Особенности восприятия электронно-образовательных ресурсов обучающимися с ОВЗ с нарушениями зрения / О.Н. Бободжонова, // Конференциум АСОУ. 2017. №2. С.40-48. Библиогр.: с.47-48. <https://elibrary.ru/item.asp?id=30771604>

**Курзаева Л.В.**, канд. пед. наук, доц.,  
**Мигунова Н.Д.**, обучающаяся,  
**Самохвал А.Д.**, обучающаяся,  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ

## **ПРОФИОРИЕНТАЦИЯ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО СЛЕДА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ**

Актуальность темы определяется потребностью проведения качественной профориентации обучающихся старших классов. В этом отношении интерес представляет использование цифрового следа обучающихся.

Цифровой след – уникальный набор представленных в электронной форме данных о зафиксированных действиях, а также процессных, контекстных и иных обстоятельствах деятельности пользователя, групп пользователей или работы информационно-коммуникационных систем [1]. В целях профориентации могут быть использованы: данные о диагностике человека; данные о намерениях; данные образовательного содержания; данные образовательного процесса; данные образовательного опыта; данные оценки образовательного результата; данные участия в деятельности.

Выделяют два вида цифрового следа – активный и пассивный. Активный цифровой след пользователь оставляет, когда намеренно делится какой-либо информацией о себе. Пассивный след создается, когда информация о пользователе собирается без его ведома. В рамках данного проекта используются оба вида.

Первый применяется для сбора результатов психологического тестирования и дополнительной информации, непроверяемой тестами. В качестве активного следа используются специально подобранные психологические тесты: методика «Самоанализ личности» по О. Н. Моткову, тест на профориентацию по Е. А. Климанову, методика самоконтроля (определение уровня коммуникативных способностей), тест «Командные роли» Р. М. Белбина, методика «Карта интересов» по А. А. Азбелю. Также оценивается активность участия в различных конкурсах и олимпиадах, а так же их результаты.

Второй вид используется для обработки психофизиологической активности мозга, получаемой с нейроинтерфейса. Кроме того, в качестве пассивного следа планируется использование логов LMS Moodle, а также данных сетевого журнала.

Для сбора и анализа данных разрабатывается веб-сервис «Digital trace», позволяющий определить профессиональную направленность, интересы, уровень лидерских качеств личности, коммуникативных способностей и командной роли посредством и подобрать наиболее подходящую образовательную программу высшего образования ФГБОУ ВО «МГТУ им.Г.И. Носова».

Анализ и обработка собранного цифрового следа осуществляется на основе статистического анализа и будут визуализированы с помощью средств интерактивного отображения данных.

### **Список литературы**

1. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Цифровой след. Общие положения: стандарт организации. URL: <https://standard.2035.university/>

## Именной указатель

L	
Lukashuk O.A. ....	55
M	
Maalaoui Named .....	55
A	
Абдулвелеев И.Р. ....	313, 314, 316, 317
Абдуллин Р.З. ....	35
Абдуллина Л.Ш. ....	115
Абзаев Р.С. ....	188
Абзалутдинов Д.Р. ....	406
Абрамкин К.В. ....	372
Авдиенко С.В. ....	10
Агутин Г.В. ....	168
Адилова (Мухамедова) З.Г. ....	83
Адилова (Мухамедова) З.Г., ....	80
Азовцева А.А. ....	416
Айкашев А.В. ....	115
Албул С.В. ....	105
Алексеев Д.И. ....	123, 124, 130
Алексеев Д.Ю. ....	162
Алексеев И.С. ....	389
Алехина О.Н. ....	160
Алчинова Л.Х. ....	164
Аминев Т.Д. ....	54
Аминова И.И. ....	403
Амиров Р.Н. ....	182, 183
Амирова С.А. ....	181, 182
Андреев С.М. ....	393
Андрянов Д.И. ....	261
Андросенко М.В. ....	252, 253
Андрушко Е.М. ....	442
Анисимова В.Е. ....	44
Анкудинов Н.К. ....	308
Антонов А.Н. ....	90
Ануфриев А.В. ....	289
Анцупов А.В. ....	263, 264
Анцупов А.В.(мл.) ....	263, 264
Анцупов В.П. ....	263, 264
Арефьева Д.Я. ....	364
Аргамонова Д.И. ....	237
Атангулова Г.Я. ....	167
Афанасьев М.Ю. ....	292, 294, 295
Афанасьева М.В. ....	406, 417, 433
Афанасьева С.В. ....	411
Афиркина Е.А. ....	358
Ахмадиев К.Р. ....	200
Ахматзянов А.А. ....	188
Ахметшин М.Ж. ....	16
Ахтямова А.М. ....	129
Б	
Багдасарян М.А. ....	13
Байкадамова А.Д. ....	134
Бакиев В.Р. ....	15
Балакин И.В. ....	342
Бараков К.Я. ....	406
Баранкова И.И. ....	407, 418
Баранкова И.И. ....	435
Баранов Н.А. ....	195
Барышникова А.М. ....	153, 205
Бачурин И.В. ....	408, 427
Бегиннок В.А. ....	100
Беглецов В.А. ....	433
Белкин Д.Е. ....	141, 142
Белых Д.В. ....	270, 287
Березенцев А.П. ....	10
Берестов В.В. ....	128
Берк Р.А. ....	239
Бестерекова А.Н. ....	272
Бигеев В.А. ....	115, 116, 117
Бидянов А.А. ....	232
Биннятов Р.А. ....	457
Бобохужаев Ш.И. ....	138
Боброва И.И. ....	465, 473
Богданов Н.В. ....	390
Бодров Е.Э. ....	307
Бойко А.Б. ....	144
Бойко М.В. ....	242
Болбашев А.А. ....	256
Болдырев З.А. ....	232
Болотов А.Ю. ....	456, 460
Болтаев А.С. ....	138
Бондарев Е.С. ....	385, 388
Бондарева А.Р. ....	385, 388
Бондаренко А.В. ....	187
Борисов А.А. ....	367
Борисов Д.А. ....	24



Борохович Б.А.....	71
Бочкарев А.А.....	269, 313, 314
Братковский Е.В. ....	172
Бревнова Ю.В.....	451
Брусницин Л.С.....	282
Бузмаков М.А.....	373
Бузруков Р.И.....	344, 399
Буланов М.В.....	290, 291, 292
Булекова Г.Х. ....	39
Бунин В.Н.....	259
Бурдин А.А.....	276
Буренков А.С.....	181, 182
Бурмистров К.В. ....	10, 13, 22
Бычкова Н.А.....	457

## В

Валишин А.В.....	47
Валяев А.В.....	301
Варганова А.В.....	335, 336, 337
Варфоломеев И.А. ....	392
Варюхин В.В. ....	61
Василега А.Т. ....	206, 331, 439
Васильев М.В. ....	208
Васильев С.И.....	278
Васильева Е.И.....	374
Ватлашева Н.В. ....	193
Вахитов Д.В.....	241
Вахрушева Д.В.....	62
Вдовцева А.А.....	194
Ведерников В.В.....	190
Ведешкин К.Н.....	140
Великанов В. С. ....	360, 361
Великанов В.С.....	362
Веревошкин Н.Г.....	59
Визгалов М.П.....	233
Виноградова Л.Н.....	392
Виноградова Ю.Я.....	463
Витушкин М.Ю.....	220
Вичкунин Д.Д.....	281
Вишневицкий М.А.....	181, 183
Волков А.И.....	136, 137
Волков П.В.....	22, 23, 24
Волошин А.А.....	282
Волощук Т.Г.....	126, 127
Воробьев А.П.....	354, 355

## Г

Габбасов Б.М.....	62, 70
Гаврилова И.В.....	462, 464
Гаврилова Т.О.....	117
Гавришев С.Е.....	3
Гаганова Е.А.....	88
Газенаур Е.Г.....	389
Газизова О.В.....	321, 323, 325
Гареев Р.С.....	324
Гарипов А.С.....	8, 9
Гаркуша А.В.....	44
Гашуренко А.В.....	398
Гевейлер Н.С.....	7
Геливанов А.М.....	123, 124
Гибадуллин А.И.....	279, 280
Гилемов И.Г.....	290, 291, 292
Гильмутдинов Д.В.....	125
Глаголева И.В.....	42
Гладких С.Н.....	326
Гладышева К.С.....	351, 352, 353
Глушеч Е.В.....	114
Гмьзина Н.В.....	44
Голубев Е.А.....	391
Голубых Е.К.....	259
Горбатова Е.А.....	28, 36, 37
Горленко Д.А.....	145, 146
Горлова О.Е.....	40, 41, 54
Готфрид Д.А.....	35
Грачев Д.В.....	205
Гребенкин Л.А.....	20
Гресько Т.Н.....	283, 284
Григоренко Л.А.....	409
Гришин А.В.....	67
Гришин И.А.....	43
Гришин Ю.А.....	113
Гулин А.Е.....	162
Гуляев Ю.Е.....	143
Гусева И.П.....	21
Гущин Д.Н.....	96

## Д

Давыдова В.В.....	57
Дадашов Р.В.....	404
Даутов С.М.....	64
Даушев Р.М.....	7, 8
Дегодя Е.Ю.....	44, 45

Десва И.А. ....	165
Дема Р.Р. ....	209
Демиденко Л.Л. ....	400
Демин Д.С. ....	271
Демин Ю.К. ....	405
Денисевич А.С. ....	291, 294, 295
Дерябина Л.В. ....	250, 251
Дехконов М.М. ....	77
Дзюба А.В. ....	97
Дмитриева И.А. ....	452
Добряков Д.А. ....	68
Доколин А.С. ....	471
Доможиров Д.В. ....	19, 20
Донцов А.С. ....	202
Доронин В. А. ....	243
Доронин В.А. ....	206
Дрягун Э.П. ....	224
Дубенец В.Ю. ....	437
Дубровская А.А. ....	375
Дубровский В.В. ....	436
Дусенок Д.Д. ....	413

## Е

Егоров М.И. ....	438
Ежков Г.А. ....	376
Елгина А.Е. ....	273
Емельянов В.А. ....	281
Емелюшин А.Н. ....	157, 158, 161
Еремин А.Н. ....	231
Ермаков Ю.А. ....	283, 284
Ершов А.А. ....	356
Ершов Е.В. ....	392
Ефименко А.М. ....	330
Ефимова И.Ю. ....	465, 466, 477
Ефимова Ю.Ю. ....	162, 163
Ефремов В.А. ....	289, 296

## Ж

Жабборов С.С. ....	344, 399
Жантурин М.Ж. ....	71
Жевненко С.Н. ....	135
Жегульский В.П. ....	60
Железков О.С. ....	174, 175, 176
Жердев Д.А. ....	435
Жидков М.Ю. ....	123, 124
Жолудев А.Н. ....	185, 257

## З

Завалищин А.Н. ....	200, 201, 202
Завалищина А.Н. ....	160
Зайнуллин А.И. ....	221
Зайцев Е.М. ....	420
Зайцева М.В. ....	222
Закирова Р.А. ....	319
Закирьянова Р.С. ....	161
Закопайло В.В. ....	54
Закуцкая Л.А. ....	112
Залилов Р.В. ....	234
Заляднов В.Ю. ....	14, 15
Запивалов А.А. ....	121
Зарецкий М.В. ....	116, 178, 347
Зарипов В.А. ....	74, 86
Зарицкий Б.Б. ....	71, 149, 150
Захаров В.М. ....	293
Захарова Т.Н. ....	29, 40
Зверева И.Н. ....	178, 179
Звягина Е.Ю. ....	184
Зинченко А.А. ....	50
Зинченко А.Н. ....	155
Злыдарев Н.В. ....	348, 349, 357
Зуев Е.Д. ....	120
Зыкин В.Д. ....	139

## И

Ибрагимов Г.Р. ....	11
Иванов А.А. ....	351, 352, 353
Иванов Г.А. ....	265
Иванов Д.О. ....	106
Иванов Е.Ф. ....	316
Иванцов А.Б. ....	211
Ивекеев В.С. ....	292
Ивекеева П.В. ....	264
Ивко Д.К. ....	409
Игбердина В.Р. ....	126
Игликова У.Ж. ....	102
Идрисов А.Ф. ....	30
Икрамова Д.З. ....	85
Илесалиев Д.И. ....	82
Ильина Е.А. ....	364, 370
Имекешова М.А. ....	45
Ирихов А.С. ....	335
Исаева Л.С. ....	49
Исакаев Н.Ш. ....	19

Исламгулов Р.И. ....	123, 124
Исматуллаев А.Ф. ....	79
Ишметьев М.Е. ....	197
Ишмуратов В.Б. ....	75

## К

Кабанова В.В. ....	346
Кагарманова Л.А. ....	468
Казаков О.А. ....	412
Казаковцев М.С. ....	407
Казанцева Н.К. ....	225
Казанцева Т.В. ....	225
Кайгородов Г.А. ....	347
Калинин В. В. ....	312
Каляев М.А. ....	275
Камалихина З.В. ....	229
Карамышев Н.А. ....	256
Караулов Н.Г. ....	15, 17, 20
Кардаш М. М. ....	440
Каримов Р.А. ....	11
Карманова Е.В. ....	436, 447
Карпов А.А. ....	187
Каргавцев С.В. ....	398
Карфидов А.О. ....	208
Качемов А.С. ....	233
Кашапова Е.П. ....	3
Каюков С.Ю. ....	234
Квириг Р.Э. ....	36
Керимова Л.Ф. ....	184
Кинзин Д.И. ....	191, 192
Кирменёв А.А. ....	275
Киселев А.В. ....	447
Киселева Е.А. ....	258
Киселёва Е.А. ....	235
Кислицын Е. В. ....	371
Кладиев С.Н. ....	298, 300, 396
Клевесенкова С.В. ....	472
Клименко А.Е. ....	377
Климов М.С. ....	302
Климов С.С. ....	356
Климова А.Е. ....	243
Климова А.С. ....	158, 164
Клинков Ф.М. ....	205
Князева Ю.В. ....	332
Кобелев О.А. ....	105
Кожевников И.О. ....	312, 315
Кожемякина А.Е. ....	204

Кожушко Г. Г. ....	360
Козлов В.С. ....	363
Колдин А.В. ....	182
Колдина А.В. ....	183
Колкова М.С. ....	29, 36, 37
Кологриева У.А. ....	136, 137
Колодежная Е.В. ....	40, 41, 49
Колтыгин А.В. ....	154
Кольба Ю.Ю. ....	354, 355
Кондрашова Ю.Н. ....	327, 328, 329
Конев С.В. ....	23
Конова П.В. ....	453
Коновалов М.В. ....	410, 419, 428
Константинов Д.В. ....	210
Копцева Н.В. ....	162, 163
Копылова О.А. ....	73, 74
Коринченко Г.М. ....	429
Корнева К.Д. ....	271
Корнеев С.В. ....	118
Корнешук Р.К. ....	416
Корниенко В.Д. ....	345, 346
Корнилов Г.П. ....	269, 312, 315
Коробко Т.Б. ....	187
Коробов А.В. ....	93
Коробов С.В. ....	94
Коровченко А.С. ....	181, 182
Косматов В.И. ....	273
Костомарова А.С. ....	466
Котвицкий Н.А. ....	196, 203
Кошелев А.П. ....	252, 253
Кошкарлов А.В. ....	116
Крайний И.В. ....	254
Краснов А.А. ....	459
Краснянская И.А. ....	137
Кремлев Е.С. ....	420
Кречетов И.С. ....	128
Кривовяз О.И. ....	68
Кропотин А.И. ....	405
Крылова С.А. ....	129, 130
Кувалдин О.Е. ....	285
Кузнецов А.М. ....	211
Кузнецова А.С. ....	162
Кузьмина Е.Е. ....	130
Кузьмина У.В. ....	411, 420, 430
Кулбасинова А.Д. ....	114
Кульсаитов Р.В. ....	11
Куницкий Е.В. ....	93, 94

Куниц В.Е.	365
Курпьянова О.А.	179, 216, 223
Курбанов А.Р.	322
Кургузов К.В.	104
Кургузов С.А.	177
Курзаева Л.В.	438, 439, 478
Курочкин А.И.	61, 64
Курьгин А.Н.	235
Кутепов А.Г.	343
Кутлубасев И.М.	11
Куц Н.А.	113
Куцепендик А.В.	244

## Л

Лагунова Ю.А.	56
Лактюшин А.А.	174
Лановенко И.Э.	226
Ларионова А.С.	160
Латыпов О.Р.	181, 183
Лебедев В.С.	37, 40
Левандовский С.А.	191, 192, 194
Левицкий И.А.	105
Леднов А. В.	358, 368, 369
Лежнева К.А.	159, 164
Лемешко М.А.	402
Лизов С.Б.	176
Линьков С.А.	283, 284
Литвиненко Н.В.	30, 31
Литвинова А.В.	410
Лицин К.В.	287, 288, 299
Логачёв Г.Н.	104
Логинов Б.М.	325
Логинов О.А.	433
Логунова О.С.	345, 346, 359
Ложкин И.А.	378
Локотунина Н.М.	212
Ломакин А.Д.	201
Ломовцев А.А.	107
Лопушняк Е.В.	4
Лошкарев М.А.	160
Луганская Д.А.	445
Лукашук А. Д.	361
Лукашук А.Д.	60
Лукашук М. Д.	362
Лукашук О.А.	57
Лукиянов Г.И.	412, 421, 431
Лукиянова Е.В.	73

Льгин М.М.	321
Льжин А.П.	260
Лымарь А.Б.	271, 279, 280
Людьева К.В.	206, 246, 249
Ляхомский А.В.	343
Ляшева Ю.С.	244, 245, 247

## М

Маврин И.Д.	30
Магасумов Г.З.	98
Мазнин Д.Н.	276, 363, 365
Мазнина Ю.А.	277, 366, 461
Мазова А.В.	133
Майоров П.Е.	439
Майхерская Е.Д.	277
Макаров А.А.	238
Макаров Б.Б.	174, 176
Макаров В.Ф.	188
Макаров К.Р.	101, 103
Макарова В.В.	56
Макарова И.В.	101, 131
Максимов В.А.	379
Максимов И.И.	293
Максимова М.М.	419
Макушин Е.В.	336
Малафеев А.В.	331, 333, 334
Малашкин С.О.	167
Малиновский М.Д.	424
Мальков А.Э.	185, 257
Мальцев А.П.	279, 280
Мальцев Е.С.	28
Мамлеева А.Л.	245
Манашев И.Р.	117
Мансуров Ю.Н.	87
Маркин Е.В.	423
Мартыненко А.Д.	391
Мартынов Е.М.	175
Мартюгов А.С.	392
Марьина С.В.	129
Масальский Л.С.	109, 110, 370
Масальский С.С.	109, 110, 111
Масленников К.Б.	186
Масленикова О.Е.	449, 462
Матыгулина Е.В.	151, 152
Махмутова М.В.	444, 445, 453
Махмутова Н.М.	444
Махоткина Е.С.	132, 134

Мелехин К.Е.	181, 182
Мелихов Е.Д.	217
Мелихова Н.В.	219
Мельников М.С.	95
Мигунова Н.Д.	478
Миннигулов А.А.	108
Мирская С.Д.	421
Митрошин Н.Н.	17
Михайлыцын С.В.	178, 179, 347
Михайлова Г.В.	12
Михайлова О.Е.	429
Михалкина И.В.	140, 150
Мишкурлов П.Н.	86, 88, 95
Мовчан И.Н.	448
Моисеенко С.А.	122
Моллер А.Б.	167, 191, 192
Молочкова О.С.	164, 165, 169
Морковник Д.А.	285
Морозков Д. А.	286
Морозов С.А.	297
Морщакин А.Э.	323
Мугалимов Р.Г.	318, 319, 320
Мугалимова А.Р.	318
Мугалимова А.Р.	319
Муртазин Ю.В.	266
Мусаткина Е.Н.	52
Мустаков Р.А.	293
Мухамадиева А.Р.	267, 274
Мухамедьянова И.Р.	127
Мухина Е.Ю.	373, 379

## Н

Назаров Д.А.	198
Назарова О.Б.	437, 441, 442
Наркевич М.Ю.	345, 346, 359
Нгуен К.Т.	128
Непрокина Е.А.	450
Нескоромный С.В.	189
Нефедьева Д.В.	163
Нешпоренко Е.Г.	397, 403
Никитин С.В.	216
Николаев А.А.	284, 289, 292, 296
Новак В.С.	380
Новиков И.В.	340
Новикова Т.Б.	455, 456, 460
Новосёлов Р.Ю.	92
Носиков С.С.	58

Носов Л.В.	196, 203, 217
Носова Т.Н.	414
Нурматов У.Д.	5
Нуртазин А.Н.	69

## О

Овчинникова В. А.	360
Огнева Е.М.	210
Огорелков Д.А.	57
Олизаренко В.В.	12, 66
Омельченко Е.Я.	274, 279, 280
Орехова Н.Н.	46, 48
Осинцев Н.А.	22, 72, 95
Осипов А.К.	246
Осипова О.А.	235
Осколков С.В.	397
Очиридняк В.	297

## П

Павлов А.В.	103, 154
Павлова И.Е.	32, 33, 34
Паладий Э.Л.	334
Панова Е.А.	339, 340
Парфирьев К.А.	431
Патшин Н.Т.	342
Перминов А.А.	449
Перминова А.В.	423
Пермяков Я.И.	303
Пермякова О.В.	425
Перфильева Е.Н.	343
Песин А.М.	204, 217
Песин И.А.	204, 205, 206
Петеляк В.Е.	462
Петренко А.П.	133
Петров Д.А.	337
Петров И.М.	211, 219
Петров И.С.	135
Петровская Т.В.	251
Петроченко Е.В.	164, 165, 169
Петроченко С.А.	184
Петручок А.Н.	351, 352, 353
Петухов В.Н.	119, 120, 121
Петушков М.Ю.	301, 309, 310
Пешненко С.С.	434
Пивоварова К.Г.	214
Платов С.И.	180, 186
Плетенкова О.А.	247

Плис К.А. ....	381
Плотников Е.И. ....	91
Подболотов С.В. ....	63, 65, 66
Подосян А.А. ....	156
Подосян Г.А. ....	231
Позин Д.О. ....	337
Поленов П.А. ....	409
Полецков П.П. ....	162
Поливин Н.В. ....	423
Полозкова Е.Н. ....	168
Полужков Д.А. ....	227
Полякова М.А. ....	219, 225, 228
Попеляев И.А. ....	454
Попова Е.В. ....	76
Попыгаева К.В. ....	207
Посоветнюк А.В. ....	253
Посохин М.А. ....	97
Потапов И.М. ....	97, 100, 113
Потапов М.Г. ....	142, 143, 147
Потапова М.В. ....	112, 113, 114
Прасолов А.С. ....	393
Прокопенко А.А. ....	184
Прохоров Ан.А. ....	20
Пудовикова В.Д. ....	415
Пузик Е.А. ....	235, 242
Пустовалов Д.О. ....	151, 152
Пустовойтов Д.О. ....	196, 203, 204
Пыгалев И.А. ....	3
Пыгалева О.А. ....	89, 90

## Р

Раннев Ю.П. ....	333
Расчупкина Т.В. ....	185, 257
Рахимова З.И. ....	153
Рахмангулов А.Н. ....	75
Рахматуллина Т.Р. ....	143
Редкоус Г.Л. ....	391
Решетова И.В. ....	99
Рогачев С.С. ....	407
Родионов А.П. ....	282
Рожков А.В. ....	477
Романенко М.В. ....	178, 179
Романова М.В. ....	467, 470
Романько Е.А. ....	25, 34, 35
Рубцов В.Ю. ....	226, 227
Рудь К.И. ....	149, 150
Румянцев М.И. ....	160, 200, 201

Рыбаков А.Н. ....	67, 70
Рыжков С.С. ....	289, 296
Рыжков Д.С. ....	391
Рыскина Е.С. ....	246, 248, 249
Рябчиков М.Ю. ....	377, 380, 384
Рябчикова Е.С. ....	381, 382, 386
Рязских А.В. ....	401

## С

Сабанчина Г.З. ....	163
Сабилов Ф.С. ....	255
Сабирова Р.Р. ....	340
Савватеев А.В. ....	26
Савинов А.С. ....	97
Савинова А.С. ....	149
Савинова Ю.А. ....	145, 146
Савченко С.А. ....	166
Савчик Д.И. ....	30
Сайдвалиев Ш.У. ....	84
Сайтбаталов Р.Р. ....	9
Сакаева И.А. ....	473
Салов М.А. ....	248
Самарина И.Г. ....	372, 375
Самгуллин В.А. ....	11
Самохвал А.Д. ....	478
Самсонов В.А. ....	255
Сарваров А.С. ....	272, 273
Сагторов С.Б. ....	84
Сатушев Г.О. ....	206
Сатушева А.Д. ....	474
Сафина А.А. ....	471
Сверчков А.И. ....	205
Светашев А.А. ....	85
Светашева Н.Ф. ....	82
Светлаков М.С. ....	290
Свечникова Н. Ю. ....	125
Свечникова Н.Ю. ....	103, 131, 133
Святкин П.И. ....	296
Сединкина Н.А. ....	47, 52
Селиванов А.В. ....	260
Семенова О. А. ....	304
Семенюк М.А. ....	102
Семчук Д.Б. ....	95
Сергеев С.А. ....	267
Серегин С.А. ....	10
Серик Ж.С. ....	45
Сибигагуллин С.К. ....	96, 98, 104

Сибгатуллина М.И. ....	100
Симаков Д.Б. ....	17
Симонов П.С. ....	18
Сирож С.А. ....	268
Скрипкин Е.В. ....	144, 148, 163
Скрипничук Е.В. ....	247, 252
Слободянов Д.Д. ....	89, 91
Слободянский М.Г. ....	236, 237, 238
Смирнов А.Н. ....	123, 124, 130
Смирнов Е.С. ....	297
Смолкин Д.А. ....	263
Смурова Т.В. ....	398
Снигур А. ....	330
Снигур А.В. ....	327, 328, 329
Соболева Е.А. ....	401
Соколов А.П. ....	325
Соколов И.И. ....	33
Соколова А.Л. ....	165
Соколова М.С. ....	397, 403
Сокурян С.С. ....	283, 284
Солнцев Д.М. ....	258
Солончак И.П. ....	351, 352, 353
Сонник И.А. ....	313
Спиридонов А.К. ....	438
Спиридонов Д.В. ....	185, 257
Стадник Д.А. ....	4
Стадник Н.М. ....	6
Старикова О.Ю. ....	119
Старков А.Н. ....	458
Старокожев Н.О. ....	32
Степанов Е.Н. ....	122
Стефунько М.С. ....	48
Столяров А.М. ....	106, 107, 108
Столяров А.Ю. ....	170, 210, 217
Стулов П.Е. ....	136, 137
Ступак А.А. ....	149
Ступина А.Я. ....	51
Субботина В.С. ....	249
Сусанина В.Д. ....	271
Сутина А.Д. ....	305
Суханосова Т.Г. ....	374, 376, 383
Сысоев В.И. ....	96, 98, 99
Сычков А.Б. ....	166, 167, 168

## Т

Тазеев Н.Р. ....	400
Тайсина С.М. ....	132, 213

Таныгина М.В. ....	424
Тарабаев А.С. ....	22
Ташматова М.С. ....	78
Терентьев Д.В. ....	173, 180, 184
Тимербулатова З.И. ....	157, 164
Тимофеев К.И. ....	261
Тихомирова Е.Д. ....	394
Тищенко В.И. ....	382
Ткачев Ю.Р. ....	430
Токарев А.Ю. ....	366
Токарева Е.В. ....	467
Токарева О.А. ....	222
Торопова А.К. ....	341
Точилкин В.В. ....	230, 232, 233
Точилкин Василий В. ....	173
Точилкин И.П. ....	262
Трегубов А.А. ....	14
Третьяков А. М. ....	327
Третьяков А.М. ....	328
Трофимова Е.А. ....	169
Тугульбаев С.А. ....	338
Тулаев А.У. ....	83
Тулупов О.Н. ....	191, 192, 197
Тулупов П.Г. ....	289, 294, 296
Туркин И.С. ....	63, 65
Тухветова Л.М. ....	210, 215
Тюлюмов А.Н. ....	348, 349, 357
Тютеряков Н.Ш. ....	239, 240, 241
Тявин Т.Ю. ....	35

## У

Угольников Н.В. ....	16, 17
Ульянов Д.И. ....	298
Ульянов С.А. ....	218
Умуткужин Ф.Ф. ....	254
Урбанович Н.И. ....	118
Урцев Н.В. ....	186
Усанов М.Ю. ....	217, 219, 220
Усатая Т.В. ....	250, 251
Усатый Д.Ю. ....	304, 305, 306
Утямишев Д.М. ....	299
Уфимская В.А. ....	152

## Ф

Фадеева Н.В. ....	49
Файнштейн А.С. ....	23
Фаткуллин Р.В. ....	371

Федорова А.К. ....	422, 426
Федорова А.Р. ....	412
Федянин А.В. ....	116
Феоктистов В.С. ....	432
Феоктистов Н.А. ....	150, 153, 168
Филатов Д.Д. ....	383
Филатов Е.А. ....	440
Филатова О.А. ....	229
Филимонов Н.В. ....	98
Филиппов А.Ю. ....	359
Финогеева Е.В. ....	476
Фридрихсон О.В. ....	88, 91, 92
Фурцев С.В. ....	20

### Х

Хайрова М.А. ....	470
Хардин И.С. ....	50
Харитонов В.А. ....	217, 218
Харитонов Вик. А. ....	219
Харченко А.С. ....	100, 102, 112
Харченко Е.О. ....	96, 99, 104
Харченко М.В. ....	175, 183
Хасанова А.Ш. ....	307
Хворых Ю.А. ....	216
Хвостов А.А. ....	401
Хисматуллин А.И. ....	339
Холодилов С.С. ....	309
Хораськин И.Е. ....	27
Храмцова Е.И. ....	281, 282
Храмшин Р.Р. ....	315
Христофоров В.В. ....	418
Хтет Зо У. ....	38
Худоев Г.С. ....	18

### Ц

Цапов А.Е. ....	430
Целиканов Д.Ф. ....	198
Цуканов А.В. ....	288
Цыганов А.В. ....	81
Цыплакова Д.В. ....	172, 209

### Ч

Черепанов В.В. ....	341
Чернева А.А. ....	367, 461
Черников С.С. ....	402
Чернова В.А. ....	369
Чернова Е.В. ....	463, 476

Ческидов В.В. ....	26
Чиченев Н.А. ....	208
Чиченева О.Н. ....	229
Чуб Е.Ю. ....	212
Чуйкина О.В. ....	122
Чуприн А.П. ....	17
Чурюмов А.Ю. ....	171
Чусавитина Г.Н. ....	468, 472
Чута А.С. ....	384
Чухров Е.А. ....	250
Чушкин Д.С. ....	24

### Ш

Шавакулева О.П. ....	47, 50, 51, 52
Шадрин А.А. ....	343
Шадрина М.М. ....	306
Шайхисламова Т.А. ....	123, 124
Шалимов А.В. ....	327, 328
Шаповалов Г.В. ....	443
Шарафутдинов Д.М. ....	269, 313, 314
Шахбиева К.А. ....	320
Шахманов А.С. ....	177
Шахновский А.Н. ....	270
Шахова А.С. ....	455
Шварцкоп М.А. ....	285
Шевченко О.И. ....	226, 227
Шекшеев М.А. ....	178, 179, 347
Шеметов А. Н. ....	312
Шеметов А.Н. ....	311, 317
Шеметова Е.С. ....	180
Шемяков А.С. ....	317
Шигапова С.Н. ....	311
Широбоков Е.А. ....	385
Ширяева Е.Н. ....	228
Шишиморов А.П. ....	415, 424, 434
Шлаев К.И. ....	395
Шленкин С.А. ....	230
Шмелева А.Е. ....	122
Шохин В.В. ....	267, 268, 269
Шубин И.Г. ....	213
Шубина М.В. ....	132, 134
Шурандин Е.В. ....	378
Шушарин Т.А. ....	199

### Щ

Щеголихин И.С. ....	428
Щелоков Н.С. ....	99, 242



Щипакина А. Е..... 368

### Э

Эпов Д.А. .... 310

Эргашева В.В. .... 87

Эргашева З.В. .... 80

### Ю

Юдин Д.В..... 103, 106, 115

Юдина С.В..... 103, 131, 133

Юмабаев А.А. .... 142, 147, 148

Юрковец А.В..... 329

Юрчук К.А..... 386

### Я

Язвенко А.М. .... 170

Языков Н.Е..... 300, 396

Якупов Р.Ш. .... 387

Якшимбаева А.А..... 51

Ялмурзина Г.Д..... 145, 146

Янбердин Р.Р. .... 441

Янгельский Г.И. .... 24

Янтурина Д.И. .... 184

Ярмухаметов Ш.А. .... 53

Ярошевский П.А. .... 60

Яруллин А.Р..... 388

Яруллин Р.Ж..... 236

Ячиков И.М..... 231

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Секция «Совершенствование открытой и подземной геотехнологии» .....</b>	<b>3</b>
<b>Пыталев И.А., Гавришев С.Е., Кашапова Е.П.</b> Попов Сергей Иванович – основоположник методов обеспечения устойчивости отвалов и карьеров .....	3
<b>Стадник Д.А., Лопушняк Е.В.</b> Оптимизация затрат для проветривания подземного рудника «Удачный» .....	4
<b>Нурматов У.Д.</b> Технологический расчёт магистрального газопровода.....	5
<b>Стадник Н.М.</b> Цифровая трансформация управления горнотехнических систем.....	6
<b>Гевейлер Н.С., Даушев Р.М.</b> Обоснование параметров комбинированной системы подземной разработки ...	7
<b>Даушев Р.М., Гарипов А.С.</b> Разработка варианта камерной системы разработки для отработки руд в весьма неустойчивых массивах.....	8
<b>Сайтбаталов Р.Р., Гарипов А.С.</b> Разработка комплекса мероприятий по снижению показателей разубоживания .....	9
<b>Бурмистров К.В., Авдиенко С.В., Березенцев А.П., Серегин С.А.</b> Особенности развития циклично-поточной технологии транспортирования горной массы на глубоких карьерах .....	10
<b>Кутлубаев И.М., Кульсайтов Р.В., Ибрагимова Г.Р., Каримов Р.А., Самигуллин В.А.</b> Влияние механических характеристик материала фрикционного анкера на его несущую способность.....	11
<b>Олизаренко В.В., Михайлова Г.В.</b> К вопросу о снижении экономических потерь при возникновении непредвиденных простоев горного оборудования .....	12
<b>Багдасарян М.А., Бурмистров К.В.</b> Выбор технологии отработки прибортовых запасов железных руд месторождения «Малый Куйбас» .....	13
<b>Заляднов В.Ю., Трегубов А.А.</b> Управление производственной мощностью горнодобывающих предприятий. 14	
<b>Заляднов В.Ю., Караулов Н.Г., Бакиев В.Р.</b> Исследование параметров рабочей зоны при отработке разреза «Буреинский» ....	15
<b>Угольников Н.В., Ахметшин М.Ж.</b> Обоснования способа и параметров проходки вертикальной вентиляционной выработки Ново-Учалинского подземного рудника .....	16
<b>Угольников Н.В., Караулов Н.Г., Симаков Д.Б., Чуприн А.П., Митрошин Н.Н.</b> Определение выхода товарной фракции флюсовых известняков Аккермановского месторождения .....	17
<b>Симонов П.С., Худоев Г.С.</b> Симулятор столкновения метеорита с Землей.....	18

<b>Доможиров Д.В., Исакаев Н.Ш.</b> Обоснование норм расхода материальных ресурсов карьерного автотранспорта . 19	
<b>Доможиров Д.В., Караулов Н.Г., Прохоров Ан.А., Гребенкин Л.А., Фурцев С.В.</b> К вопросу повышения эффективности подготовки горных пород к выемке на месторождениях белого мрамора для производства микрокальцита..... 20	
<b>Гусева И.П.</b> Влияние метановыделения в условия угольных месторождений ..... 21	
<b>Бурмистров К.В., Осинцев Н.А., Волков П.В., Тарабаев А.С.</b> Анализ функционирования горнодобывающих предприятий Челябинской области в рамках реализации концепции устойчивого развития ..... 22	
<b>Волков П.В., Конев С.В., Файнштейн А.С.</b> Особенности крепления трещиноватых пород анкерно-сеточной конструкцией ..... 23	
<b>Волков П.В., Борисов Д.А., Чушкин Д.С., Янгельский Г.И.</b> Обоснование конструкции крепи горных выработок при восходящем порядке отработки месторождений ..... 24	
<b>Секция «Геология, маркшейдерское дело» ..... 25</b>	
<b>Романько Е.А.</b> Юбилей кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых ..... 25	
<b>Ческидов В.В., Савватеев А.В.</b> Моделирование воронки депрессии на языке Python..... 26	
<b>Хораськин И.Е.</b> Необходимость включения безрудных интервалов в вариограммный анализ при оценке блочной модели ..... 27	
<b>Мальцев Е.С., Горбатова Е.А.</b> Особенности геологического строения месторождения Южно-Ушкотинское. 28	
<b>Колкова М.С., Захарова Т.Н.</b> Иерархия шлаков по усложнению текстурно-структурного рисунка..... 29	
<b>Литвиненко Н.В., Савчик Д.И., Маврин И.Д., Идрисов А.Ф.</b> О точности создания подземной маркшейдерской съемочной сети определением координат станций методом обратной геодезической засечки . 30	
<b>Литвиненко Н.В.</b> Влияние оптимизации измерения высоты на погрешность определения объема рудного склада при выполнении аэрофотосъемки с помощью БПЛА ..... 31	
<b>Павлова И.Е., Старокожев Н.О.</b> Обработка данных облаков точек в ГГИС Micromine при съемке очистных пространств мобильной сканирующей системой ..... 32	
<b>Павлова И.Е., Соколов И.И.</b> Обоснование изменения параметров восточного отвала месторождения Малый Куйбас ..... 33	

<b>Романько Е.А., Павлова И.Е.</b> Классификация потерь и разубоживания руды при отработке Ново-Маканского участка АО «Бурибаевский ГОК» .....	34
<b>Романько Е.А., Готфрид Д.А., Тявин Т.Ю., Абдуллин Р.З.</b> О разработке геомеханических моделей горнотехнических объектов .....	35
<b>Квиринг Р.Э., Колкова М.С., Горбатова Е.А.</b> Методика изучения вещественного состава и свойств каолинов с целью оценки их качества .....	36
<b>Лебедев В.С., Колкова М.С., Горбатова Е.А.</b> Состояние минерально-сырьевой базы каолинов Южного Урала .....	37
<b>Секция «Обогащение полезных ископаемых и переработка техногенного сырья» .....</b>	<b>38</b>
<b>Хтег Зо У</b> Исследование влияния смеси металлосодержащих модификаторов и времени измельчения на процесс флотации медно-цинковых колчеданных руд .....	38
<b>Булекова Г.Х.</b> Обогащение хромовых хвостов флотационным методом .....	39
<b>Горлова О.Е., Захарова Т.Н., Лебедев В.С., Колодежная Е.В.</b> Модернизация методики определения содержания металлических частиц в шлаках .....	40
<b>Горлова О.Е., Колодежная Е.В.</b> Систематизация способов разрушения шлаков по критериям селективности и энергоэффективности .....	41
<b>Глаголева И.В.</b> Применение электрохимического контроля параметров пульпы для совершенствования реагентного режима флотации медистого клинкера ..	42
<b>Гришин И.А.</b> Кондиционирование техногенного каолинового сырья .....	43
<b>Дегодя Е.Ю., Гмызина Н.В., Гаркуша А.В., Анисимова В.Е.</b> Изучение вещественного, химического и гранулометрического составов лежалых хвостов обогатительной фабрики .....	44
<b>Дегодя Е.Ю., Имекешова М.А., Серик Ж.С.</b> Разработка флотационного обогащения шламовых хвостов Донского ГОКа ..	45
<b>Орехова Н.Н.</b> Использование киш-графита в качестве сорбента для очистки вод от нефтепродуктов .....	46
<b>Сединкина Н.А., Шавакулева О.П., Валишин А.В.</b> Исследование влияния крупности руды на обогатимость минерального сырья ....	47
<b>Стефунько М.С., Орехова Н.Н.</b> Изучение закономерностей очистки подотвальных вод композицией «брусит- доломит» .....	48

<b>Фадеева Н.В., Колодежная Е.В., Исаева Л.С.</b> Рациональные параметры процессов извлечения чешуйчатого графита и железосодержащих компонентов из железографитовой пыли магнитной сепарацией .....	49
<b>Шавакулева О.П., Зинченко А.А., Хардин И.С.</b> О возможности извлечения диоксида титана из руды Медведевского месторождения .....	50
<b>Шавакулева О.П., Ступина А.Я., Якшимбаева А.А.</b> Комплексная переработка никельсодержащих металлургических шлаков Южного Урала.....	51
<b>Шавакулева О.П., Сединкина Н.А., Мусаткина Е.Н.,</b> Исследование переработки шлаков Златоустовского металлургического комбината .....	52
<b>Ярмухаметов Ш.А.</b> Подготовка талькомагнезитового сырья к обогащению .....	53
<b>Закопайло В.В., Аминев Т.Д., Горлова О.Е.</b> Совершенствование реагентного режима флотации медно-цинковых руд для повышения извлечения вторичных медных минералов .....	54
<b>Секция «Горные машины и транспортно-технологические комплексы» .....</b>	<b>55</b>
<b>Lukashuk O.A., Maalaoui Hamed</b> Study of the influence of the parametres of the developed working body on the performace of the rotary excvator.....	55
<b>Лагунова Ю.А., Макарова В.В.</b> Тензометрические испытания ходовой тележки карьерного экскаватора .....	56
<b>Лукашук О.А., Огорелков Д.А., Давыдова В.В.</b> Способ повышения долговечности тонкостенных элементов конструкций .....	57
<b>Носиков С.С.</b> Моделирование динамики движения транспортно-технологических машин..	58
<b>Веревочкин Н.Г.</b> Разработка программно-аппаратного моделирования одноковшового гидравлического экскаватора для снижения массы рабочего оборудования...	59
<b>Жегульский В.П., Ярошевский П.А., Лукашук А.Д.</b> Разработка карьерной выемочно-доставочной машины с целью снижения себестоимости транспортирования горной массы .....	60
<b>Варюхин В.В., Курочкин А.И.</b> Анализ безопасности ведения горных работ подземным способом .....	61
<b>Габбасов Б.М., Вахрушева Д.В.</b> Изучение способов повышения надежности и долговечности работы поршневого насоса высокого давления для транспортировки шахтного шлама .....	62
<b>Подболотов С.В., Туркин И.С.</b> Восстановление крупногабаритных элементов горных машин .....	63
<b>Курочкин А.И., Даутов С.М.</b> Искусственное проветривание сверхглубоких карьеров .....	64

<b>Подболотов С.В., Туркин И.С.</b>	
Оценка влияния восстановительного ремонта асинхронных электродвигателей на продолжительность их последующей работы .....	65
<b>Подболотов С.В., Олизаренко В.В.</b>	
Эксплуатация горных машин и оборудования .....	66
<b>Рыбаков А.Н., Гришин А.В.</b>	
Реконструкция освещения горных выработок с помощью светодиодной ленты ..	67
<b>Добряков Д.А., Кривовяз О.И.</b>	
Технические решения по увеличению производительности скипового подъема ..	68
<b>Нуртазин А.Н.</b>	
Конструктивные решения по монтажу шахтной крепи в подземных выработках.....	69
<b>Габбасов Б.М., Рыбаков А.Н.</b>	
Расчёт и оценка эффективности мероприятий по очистке водосборников с помощью средств механизированного комплекса.....	70
<b>Борохович Б.А., Жантурин М.Ж., Зарицкий Б.Б.</b>	
Пути совершенствования механического привода с гибкой связью для горного оборудования .....	71
<b>Секция «Управление транспортными системами».....</b>	<b>72</b>
<b>Осинцев Н.А.</b>	
Выбор зелёных поставщиков в цепях поставок методом SWARA – WASPAS с использованием теории грубых множеств .....	72
<b>Копылова О.А., Лукьянова Е.В.</b>	
Повышение конкурентоспособности предприятия путем корректировки транспортно-логистической цепи поставок .....	73
<b>Копылова О.А., Зарипов В.А.</b>	
Логистический подход при проектировании цепи международных поставок металлургических предприятий.....	74
<b>Рахмангулов А.Н., Ишмуратов В.Б.</b>	
Совершенствование интеллектуальных транспортных систем на промышленном железнодорожном транспорте .....	75
<b>Попова Е.В.</b>	
Применение концепции И. Адизеса на горнодобывающем предприятии.....	76
<b>Дехконов М.М.</b>	
К вопросу о создании «сухих портов» на территории Узбекистана .....	77
<b>Ташматова М.С.</b>	
К вопросу совершенствования перевозок скоропортящейся продукции в рефрижераторных контейнерах .....	78
<b>Исмагуллаев А.Ф.</b>	
К исследованию о дальнейшем развитии контейнерного терминала Жалоир..	79
<b>Адилова (Мухамедова) З.Г., Эргашева З.В.</b>	
Существующие барьеры при организации контейнерных перевозок .....	80

<b>Цыганов А.В.</b> Оценка соблюдения водителями правил дорожного движения с использованием теории игр.....	81
<b>Илесалиев Д.И., Светашева Н.Ф.</b> Угрозы и их влияние на развитие транспортной системы Узбекистана в условиях строительства железной дороги Туркменистан – Афганистан – Таджикистан.....	82
<b>Адилова (Мухамедова) З.Г., Тулаев А.У.</b> Проблемы совершенствования коммерческой инфраструктуры рынка железнодорожных грузоперевозок в Узбекистане .....	83
<b>Саидивалиев Ш.У., Сатторов С.Б.</b> Определение параметров движения вагона на тормозных позициях сортировочных горок.....	84
<b>Светашев А.А., Икрямова Д.З.</b> Железнодорожный пассажирский вокзал как многонаправленная система кросс-докинга .....	85
<b>Зарипов В.А., Мишкурлов П.Н.</b> Модель путевого развития железнодорожной станции в среде ANYLOGIC ..	86
<b>Эргашева В.В., Мансуров Ю.Н.</b> Использование современных сплавов в производстве морских контейнеров ..	87
<b>Фридрихсон О.В., Мишкурлов П.Н., Гаганова Е.А.</b> Оптимизация расписания движения подземного транспорта рудника на основе сети с динамической топологией.....	88
<b>Пыталова О.А., Слободнюк Д.Д.</b> Применение проектного подхода к управлению жизненным циклом горнодобывающего предприятия.....	89
<b>Пыталова О.А., Антонов А.Н.</b> Модель интегрированной логистической поддержки управления жизненным циклом горнодобывающего предприятия .....	90
<b>Фридрихсон О.В., Слободнюк Д.Д., Плотников Е.И.</b> Управление транспортно-технологической системой горнодобывающего предприятия на основе логистических принципов .....	91
<b>Фридрихсон О.В., Новосёлов Р.Ю.</b> Особенности создания образовательного видеоконтента для студентов предметной области «Транспорт и логистика» .....	92
<b>Куницкий Е.В., Коробов А.В.</b> Разработка методики оценки качества транспортно-логистических услуг, указываемых грузовладельцам в результате сетевого взаимодействия поставщиков услуг .....	93
<b>Куницкий Е.В., Коробов С.В.</b> Управление транспортно-логистической деятельностью торговой компании на основе логистических принципов.....	94
<b>Осинцев Н.А., Мишкурлов П.Н., Семчук Д.Б., Мельников М.С.</b> Анализ научного и практического опыта использования «зелёных» принципов и технологий при управлении цепями поставок.....	95

<b>Секция «Современные проблемы аглодоменного производства».....</b>	<b>96</b>
<b>Сибгатуллин С.К., Сысоев В.И., Харченко Е.О., Гушин Д.Н.</b> Исследование перспективной рудной базы для современных условий ПАО «ММК» .....	96
<b>Савинов А.С., Дзюба А.В., Потапов И.М., Посохин М.А.</b> Возможности утилизации замасленной окалины в новых шихтовых условиях аглофабрик ПАО «ММК».....	97
<b>Сысоев В.И., Магасумов Г.З., Сибгатуллин С.К., Филимонов Н.В.</b> Рационализация состава железорудной части аглошихты лабораторными исследованиями.....	98
<b>Решетова И.В., Харченко Е.О., Сысоев В.И., Щелоков Н.С.</b> Влияние окомковывающей добавки в аглошихту на показатели спекания и качество агломерата.....	99
<b>Харченко А.С., Сибгатуллина М.И., Потапов И.М., Бегинюк В.А.</b> Повышение эффективности применения природного газа для снижения удельного расхода кокса в доменной печи .....	100
<b>Макарова И.В., Макаров К.Р.</b> Повышение доли косвенного восстановления в доменных печах в современных сырьевых условиях .....	101
<b>Харченко А.С., Игликова У.Ж., Семенюк М.А.</b> Совершенствование работы доменных печей рациональным использованием фракционированного шлака .....	102
<b>Юдина С.В., Свечникова Н.Ю., Макаров К.Р., Юдин Д.В., Павлов А.В.</b> Влияние крупности кокса на показатели работы доменных печей ПАО «ММК»...	103
<b>Сибгатуллин С.К., Логачёв Г.Н., Харченко Е.О., Кургузов К.В.</b> Сравнение загрузки конвертерного шлака равномерно по сечению и к периферийной зоне доменной печи .....	104
<b>Албул С.В., Кобелев О.А., Левицкий И.А.</b> Влияние шликерного покрытия на эффективность работы теплоизолирующей вставки с кольцевой выборкой в дутьевом канале воздушной фурмы доменной печи .....	105
<b>Секция «Современные проблемы сталеплавильного производства».....</b>	<b>106</b>
<b>Иванов Д.О., Юдин Д.В., Столяров А.М.</b> Анализ суточной производительности слябовой МНЛЗ при разливке трубной стали .....	106
<b>Ломовцев А.А., Столяров А.М.</b> Усвоение углерода при производстве высокоуглеродистой стали .....	107
<b>Миннигулов А.А., Столяров А.М.</b> Производительность сортовой МНЛЗ при разливке арматурной стали.....	108
<b>Масальский С.С., Масальский Л.С.</b> Прямое легирование молибденом в конвертере.....	109
<b>Масальский С.С., Масальский Л.С.</b> К вопросу применения карбида кальция для раскисления металла.....	110



<b>Масальский С.С.</b> К вопросу раскисления металла в ковше .....	111
<b>Закуцкая Л.А., Харченко А.С., Потапова М.В.</b> Твердофазное частичное восстановление бедных марганцевых руд в среде водорода.....	112
<b>Куц Н.А., Потапов И.М., Гришин Ю.А., Потапова М.В.</b> Получение ферротитана алотермическим восстановлением обогащенных хвостов титаномагнетитов Кусинского месторождения.....	113
<b>Глушец Е.В., Кулбасинова А.Д., Потапова М.В.</b> К вопросу производства стали марки 0Н9 с частичной заменой металлического никеля на товарный ферроникель, полученный из комплексного сырья.....	114
<b>Бигеев В.А., Айкашев А.В., Абдуллина Л.Ш., Юдин Д.В.</b> Совершенствование технологии переработки сталеплавильных шлаков ПАО «ММК» .....	115
<b>Бигеев В.А., Федянин А.В., Кошкарлов А.В., Зарецкий М.В.</b> Совершенствование технологии ковшевой обработки особонизкоуглеродистой стали .....	116
<b>Бигеев В.А., Гаврилова Т.О., Манашев И.Р.</b> СВС-технология производства хромсодержащих лигатур .....	117
<b>Корнеев С.В., Урбанович Н.И.</b> Возможности утилизации пыли газоочистки электросталеплавильных цехов в собственном производстве .....	118
<b>Секция «Современные проблемы в химической технологии и металлургии. Физикохимия металлургических процессов».....</b>	<b>119</b>
<b>Петухов В.Н., Старикова О.Ю.</b> Совершенствование технологии флотации углей с использованием реагента модификатора .....	119
<b>Петухов В.Н., Зуев Е.Д.</b> Исследование флотационной активности реагентов-собирателей при флотации углей .....	120
<b>Петухов В.Н., Запивалов А.А.</b> Совершенствование реагентного режима флотации углей с использованием реагентов вспенивателей, обеспечивающего снижение потерь органической массы углей с отходами .....	121
<b>Степанов Е.Н., Чуйкина О.В., Шмелева А.Е., Моисеенко С.А.</b> Дифференцированная оценка показателя коксумости угольных концентратов на основе определения коэффициента технологической ценности по результатам промышленных коксований .....	122
<b>Смирнов А.Н., Алексеев Д.И., Жидков М.Ю., Геливанов А.М., Шайхисламова Т.А., Исламгулов Р.И.</b> Изучение механической прочности кокса в зависимости от его положения в камере коксования.....	123
<b>Смирнов А.Н., Геливанов А.М., Жидков М.Ю., Исламгулов Р.И., Шайхисламова Т.А., Алексеев Д.И.</b> Определение степени графитизации образцов металлургического кокса.....	124

<b>Свечникова Н. Ю., Гильмутдинов Д.В.</b> Повышение качества кокса на коксохимическом производстве ПАО «ММК» ...	125
<b>Волощук Т.Г., Игбердина В.Р.</b> Получение ингибиторов коррозии на основе органических оснований кокового газа.....	126
<b>Волощук Т.Г., Мухамедьянова И.Р.</b> Оценка качества электродных пеков в разных странах-производителях .....	127
<b>Нгуен К.Т., Берестов В.В., Кречетов И.С.</b> Высокопористый активированный уголь из отходов текстильного производства для адсорбции метиленового синего .....	128
<b>Марьина С.В., Ахтямова А.М., Крылова С.А.</b> Исследование эффективности действия полимерных флокулянтов для сгущения и обезвоживания угольных шламов ЦОФ «ММК-УГОЛЬ».....	129
<b>Смирнов А.Н., Крылова С.А., Кузьмина Е.Е., Алексеев Д.И.</b> Изучение влияния условий полимеризации органического связующего на механические свойства образцов на основе оксида магния .....	130
<b>Свечникова Н.Ю., Макарова И.В., Юдина С.В.</b> Выбор способа получения горячих восстановительных газов для условий доменного процесса .....	131
<b>Шубина М.В., Махоткина Е.С., Тайсина С.М.</b> Актуальность регенерации минеральных масел.....	132
<b>Свечникова Н.Ю., Мазова А.В., Петренко А.П., Юдина С.В.</b> Изучение и выбор методов регенерации отработанных энергетических масел и маслосодержащих отходов металлургических производств .....	133
<b>Махоткина Е.С., Шубина М.В., Байкадамова А.Д.</b> Анализ проблемы переработки отходов обогащения полезных ископаемых .....	134
<b>Жевненко С.Н., Петров И.С.</b> Сравнительные исследования кинетики пропитки пористого железа расплавами серебра и меди .....	135
<b>Волков А.И., Кологриева У.А., Стулов П.Е.</b> Исследование технического пентаоксида ванадия в качестве сырья для чистых соединений ванадия .....	136
<b>Волков А.И., Краснянская И.А., Кологриева У.А., Стулов П.Е.</b> Влияние микроструктуры на технологические свойства гематитовых руд стран Азии .....	137
<b>Бобохужаев Ш.И., Болтаев А.С.</b> Возможности применения углеводородного разбавителя для перекачки высоковязкой нефти.....	138
<b>Секция «Современные проблемы литейного производства» .....</b>	<b>139</b>
<b>Зыкин В.Д.</b> Разработка модели кристаллизации рабочего слоя прокатного вала.....	139
<b>Михалкина И.В., Ведешкин К.Н.</b> Исследование влияния формовочных смесей на качество литой заготовки..	140

<b>Белкин Д.Е.</b> Влияние ВТОР на механические свойства литых образцов из стали 110Г13Л ....	141
<b>Потапов М.Г., Юмабаев А.А., Белкин Д.Е.</b> Разработка технологии «ВТОР» для повышения свойств отливок из чугунов специального назначения .....	142
<b>Гуляев Ю.Е., Потапов М.Г., Рахматуллина Т.Р.</b> Влияние теплоаккумулирующей способности формы на структуру и свойства хромованадиевых чугунов.....	143
<b>Скрипкин Е.В., Бойко А.Б.</b> Технологические особенности производства прокатных валков на ЗАО «МЗПВ».....	144
<b>Горленко Д.А., Савинова Ю.А., Ялмурзина Г.Д.</b> Оценка влияния количества остаточного аустенита на абразивную износостойкость хромоникелевого валкового чугуна .....	145
<b>Горленко Д.А., Савинова Ю.А., Ялмурзина Г.Д.</b> Оценка влияния количества графита на абразивную износостойкость хромоникелевого валкового чугуна .....	146
<b>Юмабаев А.А., Потапов М.Г.</b> Влияние режимов ВТОР на износостойкость высоколегированных чугунов	147
<b>Юмабаев А.А., Скрипкин Е.В.</b> Моделирование технологического процесса производства прокатного валка исполнения NiCr.....	148
<b>Зарицкий Б.Б., Савинова А.С., Ступак А.А., Рудь К.И.</b> Анализ прочностных свойств оболочковых форм .....	149
<b>Рудь К.И., Феоктистов Н.А., Михалкина И.В., Зарицкий Б.Б.</b> Влияние тепловых условий при формировании отливки из стали 150ХНМ на расположение зоны с повышенными эксплуатационными свойствами в ее стенке .....	150
<b>Пустовалов Д.О., Матыгуллина Е.В.</b> Анализ теплового состояния системы отливка-холодильник форма при изготовлении сферических мелющих тел.....	151
<b>Уфимская В.А., Пустовалов Д.О., Матыгуллина Е.В.</b> Разработка технологии изготовления керамических фильтров, имеющих сложную регулярную структуру каналов .....	152
<b>Феоктистов Н.А., Барышникова А.М., Рахимова З.И.</b> Однородность дендритно-зерновой структуры и прогнозирование её параметров .....	153
<b>Павлов А.В., Колтыгин А.В.</b> Разработка нового высокопрочного литейного магниевого сплава системы Mg-Nd-Gd-Y-Zn-Zr.....	154
<b>Зинченко А.Н.</b> Разработка оптимальной конструкции кристаллизатора МНЛЗ № 2, 3 для щелевого исполнения широких медных стенок .....	155

<b>Подосян А.А.</b> Исследования в области возможности использования технологии ЭШП и ЭШН для восстановительной утилизации лома бандажированных роликов секций №1 МНЛЗ.....	156
<b>Секция «Материаловедение и термическая обработка металлов и сплавов»157</b>	
<b>Емелюшин А.Н., Тимербулатова З.И.</b> Технологии плазменной закалки поверхности .....	157
<b>Емелюшин А.Н., Климова А.С.</b> Упрочнение зубьев крупных шестерён .....	158
<b>Лежнева К.А.</b> Технологии упрочнения режущего инструмента .....	159
<b>Завалищиян А.Н., Румянцев М.И., Алехина О.Н., Ларионова А.С., Лошкарев М.А.</b> Изменение структуры стали категории E500W в технологической цепи производства.....	160
<b>Емелюшин А.Н., Закирьянова Р.С.</b> Термическая обработка канатной проволоки .....	161
<b>Полецков П.П., Коццева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Кузнецова А.С., Гулин А.Е., Алексеев Д.Ю.</b> Построение термокинетической диаграммы для высокопрочной хладостойкой стали 25Н2ГСМ.....	162
<b>Коццева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Скрипкин Е.В., Сабанчина Г.З., Нефедьева Д.В.</b> Влияние режимов термической обработки на свойства валковой быстрорежущей стали.....	163
<b>Молочкова О.С., Петроченко Е.В., Алчинова Л.Х., Климова А.С., Лежнева К.А., Тимербулатова З.И.</b> Перспективные композиционные материалы.....	164
<b>Петроченко Е.В., Молочкова О.С., Деева И.А., Соколова А.Л.</b> Современные материалы с памятью формы .....	165
<b>Савченко С.А., Сычков А.Б.</b> Негативное влияние наличия мартенсита в бунтовом прокате из подшипниковой марки стали.....	166
<b>Сычков А.Б., Моллер А.Б., Атангулова Г.Я., Малашкин С.О.</b> Термомеханическое упрочнение-термоправка (ТМУ-ТП) крупных двутавров в потоке сортового стана .....	167
<b>Сычков А.Б., Феоктистов Н.А., Полозкова Е.Н., Агутин Г.В.</b> Технология термической обработки инструментальных конструкционных сталей .....	168
<b>Петроченко Е.В., Молочкова О.С., Трофимова Е.А.</b> Комбинированное влияние бора и условий охлаждения при затвердевании на свойства комплексно-легированных белых чугунов.....	169
<b>Столяров А.Ю., Язвенко А.М.</b> Структура и механические свойства сварных соединений высокопрочного проката сортамента ПАО «ММК».....	170

<b>Чурюмов А.Ю.</b> Применение машинного обучения для прогнозирования реологических свойств сталей при повышенных температурах.....	171
<b>Цыплакова Д.В., Братковский Е.В.</b> Оптимизация состава высокоуглеродистых сталей .....	172
<b>Секция «Технологии и машины обработки давлением, сварки и машиностроения: актуальные проблемы развития и совершенствования».....</b>	<b>173</b>
<b>Терентьев Д.В., Точилкин Василий В.</b> Модернизация конструкций для защиты жидкой стали при разливке металла на МНЛЗ .....	173
<b>Лактюшин А.А., Железков О.С., Макаров Б.Б.</b> Моделирование процесса нагружения пружинных клемм и оценка их прочности.....	174
<b>Железков О.С., Харченко М.В., Мартынов Е.М.</b> Трибологические свойства бронзы для изготовления гаек тяжело нагруженных винтовых механизмов металлургических машин.....	175
<b>Железков О.С., Лизов С.Б., Макаров Б.Б.</b> Особенности фрикционных соединений на высокопрочных болтах с контролем усилия затяжки по деформируемому элементу .....	176
<b>Кургузов С.А., Шахманов А.С.</b> Исследование способов задания механической обработки тонкостенных заготовок с применением САМ-систем.....	177
<b>Шекшеев М.А., Михайлицын С.В., Зарецкий М.В., Зверева И.Н., Романенко М.В.</b> Эволюция инокулирующих тугоплавких частиц при формировании сварных швов низкоуглеродистых, низколегированных сталей .....	178
<b>Шекшеев М.А., Михайлицын С.В., Куприянова О.А., Зверева И.Н., Романенко М.В.</b> Разработка перспективных материалов для сварки высокопрочных трубных сталей .....	179
<b>Шеметова Е.С., Терентьев Д.В., Платов С.И.</b> Исследования изменения параметров шероховатости сердечника и оболочки биметаллической проволоки при волочении .....	180
<b>Латыпов О.Р., Буренков А.С., Амирова С.А., Мелехин К.Е., Коровченко А.С., Вишневский М.А.</b> Физико-математическое моделирование ламинарного охлаждения горячекатаной полосы на отводящем рольганге .....	181
<b>Колдин А.В., Амиров Р.Н., Мелехин К.Е., Амирова С.А., Коровченко А.С., Буренков А.С.</b> Экспериментально-аналитическое определение физических свойств стальных горячекатаных полос.....	182

<b>Колдина А.В., Амиров Р.Н., Латыпов О.Р., Харченко М.В., Вишневецкий М.А.</b>	
Определение рациональных параметров конструкции коллекторов для линии ускоренного охлаждения горячекатаной полосы .....	183
<b>Терентьев Д.В., Звягина Е.Ю., Керимова Л.Ф., Янтурина Д.И., Прокопенко А.А., Петрович С.А.</b>	
Нанесение полимера на поверхность прокатных валков с целью повышения срока эксплуатации .....	184
<b>Жолудев А.Н., Мальков А.Э., Расчупкина Т.В., Спиридонов Д.В.</b>	
Влияние ползучести материала на прочность в сосудах под давлением .....	185
<b>Платов С.И., Урцев Н.В., Масленников К.Б.</b>	
Моделирование кинетики физических процессов, определяющих структурное состояние низкоуглеродистых сталей .....	186
<b>Бондаренко А.В., Карпов А.А., Коробко Т.Б.</b>	
Усовершенствование конструкции штампа для вытяжки .....	187
<b>Ахматзянов А.А., Абзаев Р.С., Макаров В.Ф.</b>	
Решение проблемы импортозамещения режущих инструментов на основе ускоренной диагностики физических параметров процесса резания .....	188
<b>Нескоромный С.В.</b>	
Особенности формирования переходной зоны в сварных соединениях при локализации термосилового воздействия .....	189
<b>Ведерников В.В.</b>	
Выжигание сломанных метчиков портативным электроэрозийным экстрактором .....	190
<b>Секция «Развитие теории и технологии процессов обработки металлов давлением» .....</b>	<b>191</b>
<b>Кинзин Д.И., Левандовский С.А., Тулупов О.Н., Моллер А.Б.</b>	
Развитие направления «цифровые двойники» в металлургической промышленности.....	191
<b>Левандовский С.А., Кинзин Д.И., Тулупов О.Н., Моллер А.Б.</b>	
Применения современных технологий виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR) для совершенствования технологических процессов в металлургии и обучения .....	192
<b>Ватлашева Н.В.</b>	
Обзор концепции построения цифрового двойника стана 170 ПАО «ММК» .....	193
<b>Вдовцева А.А., Левандовский С.А.</b>	
Формирование структуры цифрового двойника технологии производства проката на стане 170 ПАО «ММК» в частях: нагрева, прокатки, резки и охлаждения металла.....	194
<b>Баранов Н.А.</b>	
Решение вопросов качества продукции, производимой в условиях мелкосортно-проволочного стана.....	195

<b>Пустовойтов Д.О., Носов Л.В., Котвицкий Н.А.</b> Исследование механического поведения листов из стали марки 08Ю при роботизированной инкрементальной формовке геометрически сложных изделий.....	196
<b>Ишметьев М.Е., Тулупов О.Н.</b> Математическое моделирование процесса чистовой прокатки катанки .....	197
<b>Назаров Д.А., Целиканов Д.Ф.</b> Ускоренное охлаждение проката в линии стана с целью повышения механических свойств с одновременным снижением легирования.....	198
<b>Шушарин Т.А.</b> Способы предотвращения дефекта белая ржавчина на прокате с цинковым покрытием.....	199
<b>Ахмадиев К.Р., Румянцев М.И., Завалищин А.Н.</b> Актуальные вопросы совершенствования технологии производства ленты в условиях ЛПЦ-8 ПАО «ММК» .....	200
<b>Ломакин А.Д., Румянцев М.И., Завалищин А.Н.</b> Оценка возможностей прокатки полос из стали 20Х13 на ШСГП 2500 ПАО «ММК» .....	201
<b>Донцов А.С., Завалищин А.Н.</b> Оценка возможностей прокатки полос из стали 12Х10Н18Т на ШСГП 2500 ПАО «ММК» .....	202
<b>Пустовойтов Д.О., Носов Л.В., Котвицкий Н.А.</b> Оффлайн-программирование и особенности разработки технологии роботизированной инкрементальной листовой формовки с применением программы SprutCAM Robot .....	203
<b>Песин А.М., Пустовойтов Д.О., Кожемякина А.Е., Песин И.А.</b> Исследование эффекта повышения пластичности алюминиевого сплава Д16 при асимметричной прокатке.....	204
<b>Песин И.А., Сверчков А.И., Грачев Д.В., Барышникова А.М., Клинков Ф.М.</b> Исследование возможности асимметричной прокатки на стане 630 ЛПЦ-8 ПАО «ММК» с целью увеличения толщины горячекатаного подката.....	205
<b>Песин И.А., Доронин В.А., Сатушев Г.О., Люляева К.В., Василега А.Т.</b> Исследование возможности повышения относительного удлинения после разрыва образцов из алюминиевого сплава с помощью асимметричной прокатки .....	206
<b>Попыгаева К.В.</b> Методы совершенствования технологии производства пружинной термически обработанной проволоки.....	207
<b>Васильев М.В., Карфидов А.О., Чиченев Н.А.</b> Применение ступенчатой гибки для изготовления тонкостенных корпусных деталей .....	208
<b>Цыплакова Д.В., Дема Р.Р.</b> Производство трубных марок стали классов прочности до X100-X120 .....	209

<b>Тухветова Л. М., Столяров А.Ю., Огнева Е.М., Константинов Д.В.</b> Исследование напряжённо-деформированного состояния волоочильного инструмента для шестигранной калиброванной стали .....	210
<b>Иванцов А.Б., Петров И.М., Кузнецов А.М.</b> Применение нейросетевого моделирования в металлургии .....	211
<b>Чуб Е.Ю., Локотунина Н.М.</b> Анализ возможностей производства гнутых профилей с повышенными эксплуатационными характеристиками .....	212
<b>Секция «Глубокая переработка металлов» .....</b>	<b>213</b>
<b>Шубин И.Г., Тайсина С.М.</b> К выбору стратегии поддержания конкурентоспособности при производстве качественной углеродистой проволоки в условиях ОАО «ММК - МЕТИЗ». 213	
<b>Пивоварова К.Г.</b> Совершенствование технологии производства стабилизированных арматурных канатов, применяемых в предварительно напряженных железобетонных конструкциях .....	214
<b>Тухветова Л.М.</b> Новые технологические решения для производства калиброванной стали шестигранного профиля в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» .....	215
<b>Хворых Ю.А., Куприянова О.А., Никитин С.В.</b> Повышение механических свойств алюминиевой бронзы с помощью термической обработки .....	216
<b>Песин А.М., Харитонов В.А., Усанов М.Ю., Носов Л.В., Мелихов Е.Д., Столяров А.Ю.</b> Асимметричная прокатка круглой заготовки в валках с гладкой бочкой .....	217
<b>Ульянов С.А., Харитонов В.А.</b> Совершенствование технологии производства арматурных канатов на основе выбора рациональной конструкции .....	218
<b>Харитонов Вик. А., Полякова М.А., Усанов М.Ю., Мелихова Н.В., Петров И.М.</b> Разработка и внедрение технических условий на высокопрочную арматурную проволоку .....	219
<b>Витушкин М.Ю., Усанов М.Ю.</b> Производство проволоки для сердечников проводов с повышенными прочностными характеристиками .....	220
<b>Зайнуллин А.И.</b> Управление напряженно-деформированным состоянием в стальных канатах ....	221
<b>Зайцева М.В., Токарева О.А.</b> Освоение технологии производства высокопластичного арматурного проката класса «500» в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» .....	222
<b>Куприянова О.А.</b> Особенности классификации хладостойких материалов .....	223
<b>Дрягун Э.П.</b> Постановка задачи принятия решения для выбора регламентируемых показателей объекта стандартизации .....	224



<b>Казанцева Т.В., Казанцева Н.К., Полякова М.А.</b>	
Практические аспекты построения электронной библиотеки стандартов .....	225
<b>Лановенко И.Э., Шевченко О.И., Рубцов В.Ю.</b>	
Освоение шаров объемной твердости из стали 77ХГФМН.....	226
<b>Полужтов Д.А., Рубцов В.Ю., Шевченко О.И.</b>	
Производство горячекатаных заготовок для балочного профиля 80Ш.....	227
<b>Ширяева Е.Н., Полякова М.А.</b>	
Особенности применения цепей Маркова для оценки корректности принятия технологических решений при совершенствовании процесса горячей прокатки стальной полосы.....	228
<b>Секция «Машины, агрегаты и процессы металлургического производства» .....</b>	<b>229</b>
<b>Филатова О.А., Камалихина З.В., Чиченева О.Н.</b>	
Совершенствование конструкций системы сталеразливочный ковш – промежуточный ковш – кристаллизатор МНЛЗ на основе моделирования....	229
<b>Точилкин В.В., Шленкин С.А.</b>	
Совершенствование конструкций оборудования для захвата и подъема электрода ДСП .....	230
<b>Ячиков И.М., Подосян Г.А., Еремин А.Н.</b>	
Развитие конструкций системы промежуточный ковш – кристаллизатор слябовой МНЛЗ.....	231
<b>Точилкин В.В., Болдырев З.А., Бидянов А.А.</b>	
Модернизация систем гидравлического привода оборудования коксовой печи..	232
<b>Точилкин В.В., Визгалов М.П., Качемов А.С.</b>	
Совершенствование конструкций кристаллизаторов и гидравлических систем слябовой МНЛЗ.....	233
<b>Залилов Р.В., Каюков С.Ю.</b>	
Оценка технических компетентностей персонала ремонтной службы предприятий.....	234
<b>Осипова О.А., Пузик Е.А., Киселёва Е.А., Курыгин А.Н.</b>	
Применение программного обеспечения sike при изучении системы ТОиР металлургических машин .....	235
<b>Яруллин Р.Ж., Слободянский М.Г.</b>	
Разработка конструкции вспомогательного подъема мостового крана 30/5Т ЛПЦ-5 ПАО «ММК», отвечающего требованиям установленной системы ТОиР.....	236
<b>Артамонова Д.И., Слободянский М.Г.</b>	
Разработка конструкции стационарной дробильной установки на базе щековой дробилки СМД-110 с использованием методики проектирования рациональных ремонтных циклов оборудования .....	237
<b>Макаров А.А., Слободянский М.Г.</b>	
Разработка конструкции ленточного конвейера мусороперерабатывающей фабрики на основе проектной оценки показателей долговечности.....	238

<b>Тютеряков Н.Ш., Берк Р.А.</b>	
Оценка нагруженного состояния роликов валковой арматуры в процессе кантования прокатываемых полос на сортовых станах ПАО «ММК» .....	239
<b>Тютеряков Н.Ш.</b>	
Исследование условий эксплуатации роликов валковой арматуры сортовых станов на основе математического моделирования .....	240
<b>Тютеряков Н.Ш., Вахитов Д.В.</b>	
Оценка ресурса подшипников скольжения валковой арматуры FRS9 сортового стана 170 ПАО «ММК» .....	241
<b>Пузик Е.А., Щелоков Н.С., Бойко М.В.</b>	
Использование лабораторного стенда СГУ-УН-018-109ЛР-02 и программного обеспечения FLUIDSIM при изучении дисциплины «Объёмные гидравлические и пневматические приводы, гидропневмоавтоматика».....	242
<b>Доронин В.А., Климова А.Е.</b>	
Разработка конструкторской документации правильной клетки линии перфорации для производства оцинкованного маячкового профиля, применяемого в строительстве .....	243
<b>Куцепендик А.В., Ляшева Ю.С.</b>	
Реверсивный инжиниринг и моделирование защиты ведущей звезды двигателя 172FMM.....	244
<b>Мамлеева А.Л., Ляшева Ю.С.</b>	
3D-моделирование топливного насоса для создания AR-приложения с целью обучения студентов в ЛИН-лаборатории МГТУ .....	245
<b>Осипов А.К., Люляева К.В., Рыскина Е.С.</b>	
Применение технологий 3D-сканирования в машиностроении.....	246
<b>Плетенкова О.А., Скрипничук Е.В., Ляшева Ю.С.</b>	
Разработка конструкции и моделирование кинетической скульптуры .....	247
<b>Салов М.А., Рыскина Е.С.</b>	
Разработка пользовательской библиотеки промышленного оборудования ....	248
<b>Субботина В.С., Люляева К.В., Рыскина Е.С.</b>	
Применение современных технологий 3D-моделирования и 3D-печати для создания протеза.....	249
<b>Чухров Е.А., Усатая Т.В., Дерябина Л.В.</b>	
Дизайн объектов и устройств для умного дома.....	250
<b>Петровская Т.В., Дерябина Л.В., Усатая Т.В.</b>	
Технологии трехмерного моделирования как основа современного промышленного дизайнера .....	251
<b>Скрипничук Е.В. Андросенко М.В., Кошелев А.П.</b>	
Экономическая эффективность и проектирование устройства для транспортировки крышек ковшей на подъемно-поворотном стенде МНЛЗ №6 ПАО «ММК» .....	252
<b>Посоветнюк А.В., Андросенко М.В., Кошелев А.П.</b>	
Разработка и расчет на статические нагрузки SOLID WORKS кронштейна для транспортировки крышек ковшей ППС МНЛЗ .....	253

<b>Крайний И.В., Умуткужин Ф.Ф.</b> ЭСПЦ. Напольная завалочная машина. Мундштук механизма вращения хобота, подшипниковый узел. Реконструкция .....	254
<b>Самсонов В.А., Сабиров Ф.С.</b> Вибродиагностика фрезерного станка с ЧПУ .....	255
<b>Болбашев А.А., Карамышев Н.А.</b> Изменение технологии гибки труб в условиях ЦРМО-1 .....	256
<b>Жолудев А.Н., Мальков А.Э., Расчупкина Т.В., Спиридонов Д.В.</b> Влияние ползучести материала на прочность в сосудах под давлением .....	257
<b>Солнцев Д.М., Киселева Е.А.</b> Технологии металлообработки .....	258
<b>Голубых Е.К., Бунин В.Н.</b> Внедрение установки восстановления хромового электролита на агрегате хромирования валков ПАО «ММК» .....	259
<b>Лыжин А.П., Селиванов А.В.</b> Повышение эффективности работы участка наплавки деталей механического цеха .....	260
<b>Тимофеев К.И., Андриянов Д.И.</b> Техническое перевооружение нагревательных печей №9, 10 кузнечно-прессового участка механического цеха .....	261
<b>Точилкин И.П.</b> Разработка кондуктора для сборки двухроликковой секции в условиях механического цеха .....	262
<b>Анцупов А.В.(мл.), Анцупов В.П., Смолкин Д.А., Анцупов А.В.</b> Модель контактного взаимодействия элементов в системах «валки - полоса» клетей кварто .....	263
<b>Анцупов А.В.(мл.), Анцупов В.П., Ивекеева П.В., Анцупов А.В.</b> Общая концепция исследования долговечности и надежности эксплуатации валков клетей кварто .....	264
<b>Секция «Автоматизированный электропривод и мехатроника» .....</b>	<b>265</b>
<b>Иванов Г.А.</b> Исследование электропривода газорезательной машины ESABSXE-P 5000 с целью повышения качества реза заготовки .....	265
<b>Муртазин Ю.В.</b> Способы демпфирования колебаний грузов при их перемещении мостовым краном .....	266
<b>Мухамадиева А.Р., Сергеев С.А., Шохин В.В.</b> Исследование работы двигателей постоянного тока в мехатронной системе на базе RobotOperationSystem .....	267
<b>Шохин В.В., Сирож С.А.</b> Исследование электропривода моталки агрегата продольной резки №7 ЛПЦ-8 .....	268
<b>Корнилов Г.П., Шохин В.В., Бочкарев А.А., Шарафутдинов Д.М.</b> Экспериментальное исследование асимметричной прокатки на 5-клетьевом стане 630 ПАО «ММК» .....	269

<b>Шахновский А.Н., Белых Д.В.</b> Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом в ТИА PORTAL.....	270
<b>Лымарь А.Б., Демин Д.С., Сусанина В.Д., Корнева К.Д.</b> Обзор микроконтроллерных плат для создания мехатронных систем аграрной промышленности с применением технологии «интернет-вещей» (IoT) .....	271
<b>Бестерекова А.Н., Сарваров А.С.</b> Исследования на модели многодвигательного АЭП по системе ТПН-АД .....	272
<b>Елгина А.Е., Косматов В.И., Сарваров А.С.</b> Экспресс-оценка показателей АБ применительно к электромобилям.....	273
<b>Омельченко Е.Я., Мухамадиева А.Р.</b> Математическое моделирование мехатронной системы виртуального манипулятора на базе лаборатории электропривода Schneider Electric .....	274
<b>Каляев М.А., Кирменёв А.А.</b> Реконструкция испытательного стенда для асинхронных двигателей на основе преобразователей частоты.....	275
<b>Мазнин Д.Н., Бурдин А.А.</b> Создание роботизированного комплекса и методик для поиска людей в труднопроходимых местах .....	276
<b>Мазнина Ю.А., Майхерская Е.Д.</b> Разработка робота для инспекции подводных магистральных объектов .....	277
<b>Васильев С.И.</b> Робот-уборщик в кабинах самолётов.....	278
<b>Омельченко Е.Я., Лымарь А.Б., Гибадуллин А.И., Мальцев А.П.</b> Разработка компьютерной модели мехатронного нагрузочного агрегата для исследования эксплуатационных характеристик асинхронных двигателей ....	279
<b>Омельченко Е.Я., Лымарь А.Б., Гибадуллин А.И., Мальцев А.П.</b> Разработка компьютерной модели и исследование работы нагрузочного агрегата для асинхронных двигателей .....	280
<b>Емельянов В.А., Вичкунин Д.Д., Храмцова Е.И.</b> Модернизация линии индукционного нагрева стана ТПУ 30-102 с заменой машинных преобразователей частоты на статические .....	281
<b>Брусницин Л.С., Родионов А.П., Волошин А.А., Храмцова Е.И.</b> Организация мехатронной системы подачи звонков в многопрофильном колледже ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова».....	282
<b>Гресько Т.Н., Ермаков Ю.А., Сокурян С.С., Линьков С.А.</b> Разработка уточненной математической модели разматывателя и очага деформации проволоки в волоке прямоточного волочильного стана .....	283
<b>Гресько Т.Н., Ермаков Ю.А., Сокурян С.С., Линьков С.А., Николаев А.А.</b> Математическая модель волочильного блока и межбарабанного промежутка универсального прямоточного волочильного стана .....	284
<b>Морковник Д.А., Кувалдин О.Е., Шварцкоп М.А.</b> Разработка модели энергокомплекса с газопоршневыми генераторными установками.....	285

<b>Морозков Д. А.</b> Анализ методов идентификации параметров схемы замещения синхронного двигателя.....	286
<b>Белых Д.В., Лицин К.В.</b> Исследование системы автоматизации машины подачи кислорода.....	287
<b>Цуканов А.В., Лицин К.В.</b> Разработка автоматизированной системы управления паллетоукладчиком... ..	288
<b>Николаев А.А., Тулупов П.Г., Рыжевол С.С., Ефремов В.А., Ануфриев А.В.</b> Разработка усовершенствованных алгоритмов управления электрическими режимами гибкими модульными ДСП на примере АО «Уральская сталь» и ЧерМК ПАО «Северсталь» .....	289
<b>Гилемов И.Г., Буланов М.В., Светлаков М.С.</b> Исследование влияния режимов работы электроприводов стана горячей прокатки 1750 ЗАО «ММК METALURJI» на качество электроэнергии во внутриводской сети .....	290
<b>Буланов М.В., Гилемов И.Г., Денисевич А.С.</b> Разработка методики оценки влияния мощных электроприводов на базе ПЧ-АВ на качество электроэнергии в системах внутриводского электроснабжения .....	291
<b>Николаев А.А., Гилемов И.Г., Буланов М.В., Афанасьев М.Ю., Ивкеев В.С.</b> Разработка методики расчета таблиц углов переключения силовых ключей активного выпрямителя с использованием интегральных показателей качества электроэнергии за цикл работы электроприводов прокатного стана .....	292
<b>Максимов И.И., Мустаков Р.А., Захаров В.М.</b> Разработка усовершенствованных алгоритмов работы взаимосвязанных электроприводов агрегатов непрерывного горячего цинкования и полимерных покрытий стамбульской площадки ЗАО «ММК METALURJI» .....	293
<b>Денисевич А.С., Тулупов П.Г., Афанасьев М.Ю.</b> Исследование эффективности усовершенствованной системы управления активного выпрямителя с дополнительной функцией регулирования реактивной составляющей тока .....	294
<b>Афанасьев М.Ю., Денисевич А.С.</b> Разработка методики выбора параметров специализированного корректирующего фильтра для улучшения качества электроэнергии в сетях с активными выпрямителями при наличии резонансных явлений.....	295
<b>Николаев А.А., Тулупов П.Г., Рыжевол С.С., Ефремов В.А., Святкин П.И.</b> Разработка усовершенствованных алгоритмов управления электрическими режимами установок ковш-печь ЭСПЦ и ККЦ ПАО «ММК».....	296
<b>Смирнов Е.С., Очиридняк В., Морозов С.А.</b> Исследования влияния уровня отключаемого тока на величину коммутационных перенапряжений при отключении нагруженного печного трансформатора УКП с помощью вакуумного выключателя .....	297

<b>Кладиев С.Н., Ульянов Д.И.</b> Бесколлекторный электродвигатель с трапецеидальной формой магнитного поля .....	298
<b>Утямишев Д.М., Лицин К.В.</b> Разработка векторного управления электропривода подачи смеси .....	299
<b>Кладиев С.Н., Языков Н.Е.</b> Исследование режимов пуска электроцентробежного насоса для способа циклической эксплуатации.....	300
<b>Секция «Электроника и микроэлектроника» .....</b>	<b>301</b>
<b>Петушков М.Ю., Валяев А.В.</b> Разработка акустической диагностической системы для асинхронных двигателей.....	301
<b>Климов М.С., Усатый Д.Ю.</b> Технологии и функциональность умного дома .....	302
<b>Пермяков Я.И.</b> Этапы разработки IoT-термометра на базе ESP8266.....	303
<b>Семенова О. А.</b> Разработка IoT-термометра на базе микросхемы ESP8266 .....	304
<b>Сутина А.Д., Усатый Д.Ю.</b> Проектирование IoT-термометра на базе ESP8266 .....	305
<b>Шадрина М.М., Усатый Д.Ю.</b> Разработка IoT-термометра на базе ESP8266.....	306
<b>Бодров Е.Э., Хасанова А.Ш.</b> Разработка автоматизированной системы пропуска через КПП с применением технологии «машинное зрение» .....	307
<b>Анкудинов Н.К.</b> Векторная ШИМ для двухсекционного преобразователя частоты .....	308
<b>Петушков М.Ю., Холодилов С.С.</b> Методика поиска неисправностей синхронных двигателей.....	309
<b>Петушков М.Ю., Эпов Д.А.</b> Анализ возможности использования косвенных методов измерения нагрузки в регистраторах параметров, установленных на грузоподъемных механизмах ...	310
<b>Секция «Электроэнергетика. Электроснабжение и электротехнические комплексы» .....</b>	<b>311</b>
<b>Шеметов А.Н., Шигапова С.Н.</b> Разработка модели CRM-системы для управления инвестиционными проектами объектов электроснабжения .....	311
<b>Корнилов Г.П., Шеметов А. Н., Кожевников И.О., Калинин В. В.</b> Разработка системы автоматического регулирования возбуждения мощных синхронных двигателей прокатного стана.....	312
<b>Абдулвелеев И.Р., Бочкарев А.А., Шарафутдинов Д.М., Сонник И.А.</b> Разработка автоматического регулятора возбуждения автономного синхронного генератора .....	313

<b>Абдулвелеев И.Р., Бочкарев А.А., Шарафутдинов Д.М.</b> Разработка экспериментальной установки для исследования работы синхронного генератора в различных режимах.....	314
<b>Корнилов Г.П., Храмшин Р.Р., Кожевников И.О.</b> Возможности и реализация прогнозирования электрических нагрузок мощных электроприёмников на сутки вперёд .....	315
<b>Абдулвелеев И.Р., Иванов Е.Ф.</b> Повышение надежности ответственных потребителей металлургических предприятий средствами быстродействующего ввода резерва.....	316
<b>Абдулвелеев И.Р., Шеметов А.Н., Шемяков А.С.</b> Повышение энергоэффективности электрической части гибридной силовой установки .....	317
<b>Мугалимова А.Р., Мугалимов Р.Г.</b> Методика определения параметров электрической схемы замещения асинхронного электропривода .....	318
<b>Мугалимов Р.Г., Закирова Р.А., Мугалимова А.Р.</b> Анализ способов, методик, аппаратно-программных средств в диагностике асинхронных электроприводов .....	319
<b>Мугалимов Р.Г., Шахбиева К.А.</b> Обзор и сравнительный анализ аккумуляторных батарей для современного электротранспорта .....	320
<b>Лыгин М.М., Газизова О.В.</b> Разработка оптимального режима работы группы энергетических насосов на промышленных электростанциях .....	321
<b>Курбанов А.Р.</b> Особенности действия регуляторов скорости при выходе на раздельную работу электростанции с нагрузкой.....	322
<b>Газизова О.В., Морщакин А.Э.</b> Система группового регулирования тока возбуждения синхронных генераторов заводских электростанций при выходе на раздельную работу..	323
<b>Гареев Р.С.</b> Разработка мероприятий по предотвращению перекрытий наружной изоляции ОРУ подстанций и воздушных ЛЭП в условиях промышленного загрязнения ..	324
<b>Соколов А.П., Газизова О.В., Логинов Б.М.</b> Исследование влияния различных законов системы регулирования возбуждения синхронных генераторов заводских электростанций на статическую и динамическую устойчивость .....	325
<b>Гладких С.Н.</b> Внедрение энергоэффективных технологий – энергетическая стратегия России	326
<b>Кондрашова Ю.Н., Шалимов А.В., Третьяков А. М., Снигур А. В.</b> К вопросу об ответственности электроприемников.....	327
<b>Кондрашова Ю.Н., Третьяков А.М., Шалимов А.В., Снигур А.В.</b> Определение показателей, позволяющих провести сравнительный анализ фактического уровня надёжности, обеспечиваемого линиями электропередачи.	328

<b>Юрковец А.В., Кондрашова Ю.Н., Снигур А.В.</b> Оценка и анализ надежности электросетевых объектов.....	329
<b>Ефименко А.М., Снигур А.</b> Необходимость расчета и анализа при отделении энергорайона в результате короткого замыкания .....	330
<b>Малафеев А.В., Василега А.Т.</b> Технико-экономическое моделирование газопоршневой электростанции розничного рынка в задаче разработки ее оптимального режима .....	331
<b>Князева Ю.В.</b> Совершенствование балансов мощности и энергии за счет применения интеллектуальных приборов учета электрической энергии .....	332
<b>Малафеев А.В., Раннев Ю.П.</b> Модернизация электроснабжения главного корпуса ТЭЦ ПАО «АМЗ» с учетом неопределенности информации о перспективном развитии потребителей энергоресурсов .....	333
<b>Паладий Э.Л., Малафеев А.В.</b> Оценка точности прогнозирования оптовых цен на электроэнергию, определенных при помощи рекуррентной нейронной сети .....	334
<b>Варганова А.В., Ирихов А.С.</b> Определение оптимальной точки подключения к внешнему источнику электроснабжения .....	335
<b>Варганова А.В., Макушин Е.В.</b> Повышение надежности городских электрических сетей путем реконфигурации их схем .....	336
<b>Варганова А.В., Петров Д.А., Позин Д.О.</b> Виртуальная реальность: опыт применения обучения персонала при работе в электроустановках.....	337
<b>Тугульбаев С.А.</b> Повышение эффективности функционирования электрических сетей, выполненных кабельными линиями со спокойной и резкопеременной нагрузкой .....	338
<b>Панова Е.А., Хисматуллин А.И.</b> Обзор САПР расчета уставок релейной защиты понизительной подстанции	339
<b>Панова Е.А., Сабирова Р.Р., Новиков И.В.</b> Использование комбинированной схемы замещения при расчете электрических параметров ЛЭП 110-220 кВ.....	340
<b>Черепанов В.В., Торопова А.К.</b> Диагностика электрической нагрузки главного привода восьмифутового луцильного станка.....	341
<b>Патшин Н.Т., Балакин И.В.</b> Пути повышения энергоэффективности распределительных сетей 0,4÷10 кВ ....	342
<b>Ляхомский А.В., Кутепов А.Г., Перфильева Е.Н., Шадрин А.А.</b> Анализ энерготехнологической результативности производственных процессов для повышения энергоэффективности .....	343



<b>Бузруков Р.И., Жабборов С.С.</b> Возможность внедрения гравитационных генераторов в вертикальные шахты для генерации электроэнергии.....	344
<b>Секция «Математическое и программное обеспечение» .....</b>	<b>345</b>
<b>Логунова О.С., Наркевич М.Ю., Корниенко В.Д.</b> Концепция построения системы принятия решений о техническом состоянии опасного производственного объекта .....	345
<b>Кабанова В.В., Логунова О.С., Наркевич М.Ю., Корниенко В.Д.</b> Разработка программного модуля для выявления и оценки нарушений целостности межпанельных швов здания .....	346
<b>Шекшеев М.А., Зарецкий М.В., Михайлицын С.В., Кайгородов Г.А.</b> Программное обеспечение для определения параметров инокулирующих добавок при сварке железоуглеродистых сплавов .....	347
<b>Злыдарев Н.В., Тюлюмов А.Н.</b> Исследование программных решений и создание отдельного модуля для поиска типовых объектов .....	348
<b>Тюлюмов А.Н., Злыдарев Н.В.</b> Обнаружение расслоения лакокрасочного покрытия на производственных зданиях .....	349
<b>Солончак И.П., Петручок А.Н., Иванов А.А., Гладышева К.С.</b> Программное обеспечение для стажировки молодых работников на промышленном предприятии .....	351
<b>Солончак И.П., Петручок А.Н., Иванов А.А., Гладышева К.С.</b> Адаптация молодых работников: входной контроль на промышленном предприятии.....	352
<b>Солончак И.П., Петручок А.Н., Иванов А.А., Гладышева К.С.</b> Актуальность разработки программного обеспечения для выявления виктимного поведения работника на промышленном предприятии .....	353
<b>Воробьев А.П., Кольба Ю.Ю.</b> Разработка ментальной карты программного обеспечения для научно-технической конференции на промышленном предприятии .....	354
<b>Воробьев А.П., Кольба Ю.Ю.</b> Модули мобильного программного обеспечения для технического обслуживания и ремонта на ПАО «ММК» .....	355
<b>Ершов А.А., Климов С.С.</b> Обнаружение и вывод контуров обледенений на крыше производственных объектов .....	356
<b>Злыдарев Н.В., Тюлюмов А.Н.</b> Проектные решения программного обеспечения для поиска и идентификации дефектов на зданиях и сооружениях крупных промышленных предприятий.....	357
<b>Леднов А.В., Афиркина Е.А.</b> Модернизация автоматизированного рабочего места поста весового контроля ..	358
<b>Филиппов А.Ю., Логунова О.С., Наркевич М.Ю.</b> Оценка качества изображений, полученных с беспилотных летательных аппаратов, при контроле состояния опасных производственных объектов....	359

<b>Великанов В. С., Кожушко Г. Г., Овчинникова В.А.</b> Цифровая трансформация как тренд устойчивого развития горнодобывающей отрасли .....	360
<b>Великанов В.С., Лукашук А.Д.</b> Система управления автомобильным наклонным карьерным подъемником	361
<b>Великанов В.С., Лукашук М.Д.</b> Транспортный комплекс для горных работ .....	362
<b>Мазнин Д.Н., Козлов В.С.</b> Смарт-компилятор – помощник программисту .....	363
<b>Арефьева Д.Я., Ильина Е.А.</b> Результаты использования метода ранжирования альтернатив для показателей оценки публикационных коллабораций .....	364
<b>Мазнин Д.Н., Кунц В.Е.</b> Разработка альтернативного способа управления мобильным устройством.	365
<b>Мазнина Ю.А., Токарев А.Ю.</b> Разработка модели машинного обучения с подкреплением на примере игры «FLAPPY BIRD» .....	366
<b>Борисов А.А., Чернева А.А.</b> Создание презентаций с использованием нейросетей .....	367
<b>Леднов А.В., Щипакина А. Е.</b> Системы управления техническим контролем в среде 1С:Предприятие для условий угольного разреза .....	368
<b>Леднов А.В., Чернова В.А.</b> Оценка объемов выдачи товарной руды на основе параметров работы пластинчатого питателя .....	369
<b>Масальский Л.С., Ильина Е.А.</b> О визуализации публикационных коллабораций .....	370
<b>Кислицын Е. В., Фаткуллин Р.В.</b> Графовые базы данных: методологический и прикладной аспекты .....	371
<b>Секция «Автоматизация технологических и производственных процессов»</b>	<b>372</b>
<b>Абрамкин К.В., Самарина И.Г.</b> Система автоматического управления температурой самоотпуска арматуры прокатного стана 250 .....	372
<b>Бузмаков М.А., Мухина Е.Ю.</b> Автоматическое управление котлом-сепаратором.....	373
<b>Сухонослова Т.Г., Васильева Е.И.</b> Исследование инерционных свойств многозонной термопары .....	374
<b>Дубровская А.А., Самарина И.Г.</b> Обзор методов регулирования углеродного потенциала в газовой цементации .	375
<b>Сухонослова Т.Г., Ежков Г.А.</b> Система автоматического регулирования уровня воды в барабане котла сепаратора ОКГ 400-2М ПАО «ММК» .....	376

<b>Клименко А.Е., Рябчиков М.Ю.</b> Направления совершенствования воздушных ножей при горячем оцинковании .....	377
<b>Ложкин И.А., Шурандин Е.В.</b> Реализация системы оптимизации обреза на стане 2000 горячей прокатки ЛПЦ-10 ПАО «ММК».....	378
<b>Максимов В.А., Мухина Е.Ю.</b> Система автоматического регулирования соотношения газ-воздух во вращающихся печах .....	379
<b>Новак В.С., Рябчиков М.Ю.</b> Анализ причин появления дефектов цинкового покрытия стальной полосы .....	380
<b>Плис К.А., Рябчикова Е.С.</b> Оптимизация управления циркуляционным вакуумированием стали с применением нечеткой логики .....	381
<b>Тищенко В.И., Рябчикова Е.С.</b> Перспективы совершенствования управления режимами вторичного охлаждения МНЛЗ .....	382
<b>Сухонослова Т.Г., Филатов Д.Д.</b> Оценка погрешностей измерения сопротивления резистивных датчиков различными методами .....	383
<b>Чута А.С., Рябчиков М.Ю.</b> Интеллектуальная система анализа технологических данных для определения причин возникновения дефектов продукции АНГЦ .....	384
<b>Широбокоев Е.А., Бондарев Е.С., Бондарева А.Р.</b> Система автоматизации парового котла LOOS-5000 .....	385
<b>Юрчук К.А., Рябчикова Е.С.</b> Система автоматической оптимизации управления электрическими параметрами ДСП-180 с использованием нечеткой логики .....	386
<b>Якупов Р.Ш.</b> Система диспетчерского управления с функцией диагностики и мониторинга связей между параметрами технологического процесса .....	387
<b>Яруллин А.Р., Бондарев Е.С., Бондарева А.Р.</b> Система автоматического регулирования газодинамического режима методической печи .....	388
<b>Алексеев И.С., Газенаур Е.Г.</b> Компьютерное моделирование воздухораспределения в горных выработках угольной шахты .....	389
<b>Богданов Н.В.</b> Управление качеством агломерата с целью повышения эффективности аглодоменного производства .....	390
<b>Мартыненко А.Д., Редкоус Г.Л., Голубев Е.А., Рыжов Д.С.</b> Устройство коммутации нагрузок аккумуляторной батареи .....	391
<b>Мартюгов А.С., Ершов Е.В., Виноградова Л.Н., Варфоломеев И.А.</b> Применение акустического анализа для прогнозирования выбросов металла в агрегате ковш-печь .....	392

<b>Андреев С.М., Прасолов А.С.</b> Алгоритм коррекции режимной карты блока доменных воздухонагревателей в зависимости от температуры дымовых газов .....	393
<b>Тихомирова Е.Д.</b> Оптимизация деятельности персонала в подразделении контроля качества продукции .....	394
<b>Шлаев К.И.</b> Сравнение результатов исследования динамических характеристик угловой фрезерной головки, полученных методом имитационного моделирования и прямого эксперимента .....	395
<b>Кладиев С.Н., Языков Н.Е.</b> Исследование режимов пуска электроцентробежного насоса для способа циклической эксплуатации.....	396
<b>Секция «Теплоэнергетика и энергетика теплотехнологий».....</b>	<b>397</b>
<b>Нешпоренко Е.Г., Соколова М.С., Осколков С.В.</b> Распределение потерь тепловой энергии в тепловых сетях металлургического предприятия на примере ПАО «ММК».....	397
<b>Гашуренко А.В., Смурова Т.В., Картавец С.В.</b> Сжигание смесей газов в металлургической промышленности.....	398
<b>Бузруков Р.И., Жабборов С.С.</b> Истощенные месторождения углеводородов как фундамент строительства бинарных геотермальных станций .....	399
<b>Демиденко Л.Л., Тазеев Н.Р.</b> Определение тепловых нагрузок для технологических потребителей в зависимости от их профиля и режима работы.....	400
<b>Ряжских А.В., Хвостов А.А., Соболева Е.А.</b> Диспергирование примесей в слой раствора с изменяющейся с постоянной скоростью свободной границей .....	401
<b>Лемешко М.А., Черников С.С.</b> Исследование перспективной схемы теплоснабжения методической печи с целью повышения энергоэффективности нагрева.....	402
<b>Нешпоренко Е.Г., Соколова М.С., Аминева И.И.</b> Нормирование эксплуатационных тепловых потерь на магистральных трубопроводах в системе отпуска теплоты металлургического предприятия .....	403
<b>Дадашов Р.В.</b> Водоочистка питательной воды для АЭС .....	404
<b>Демин Ю.К., Кропотин А.И.</b> Использование теплового аккумулятора для утилизации пара на блоках комплексной очистки воздухооразделительных установок .....	405
<b>Секция «Безопасность в информационном пространстве. Защита критических информационных инфраструктур» .....</b>	<b>406</b>
<b>Афанасьева М.В., Абзалутдинов Д.Р., Бараков К.Я.</b> Разработка модуля киберполигона, полноценно имитирующего компьютерные атаки .....	406

<b>Баранкова И.И., Казаковцев М.С., Рогачев С.С.</b> Автоматизированное составление модели угроз безопасности информации объекта критической информационной инфраструктуры .....	407
<b>Бачурин И.В.</b> К вопросу о защищённой передаче данных в распределительных вычислительных системах реального времени.....	408
<b>Григоренко Л.А., Ивко Д.К., Поленов П.А.</b> Безопасность системы быстрых платежей .....	409
<b>Коновалов М.В., Литвинова А.В.</b> Разработка системы менеджмента информационной безопасности предприятия по серии международных стандартов ISO/IEC 27000.....	410
<b>Кузьмина У.В., Афанасьева С.В.</b> Разработка системы управления инцидентами информационной безопасности..	411
<b>Лукьянов Г.И., Казаков О.А., Федорова А.Р.</b> Современная проблематика применения межсетевых экранов в АСУТП ЗОКИИ .....	412
<b>Дусенок Д.Д.</b> Изучение Next Generation Firewall. Проведение сравнительного анализа с другими брандмауэрами .....	413
<b>Носова Т.Н.</b> Дедупликация данных как метод актуализации и повышения достоверности персональных данных.....	414
<b>Шишиморов А.П., Пудовикова В.Д.</b> Оценка рисков информационной безопасности с помощью метода нечеткой кластеризация и вычисления взаимной информации.....	415
<b>Азовцева А.А., Корнешук Р.К.</b> Моделирование действий злоумышленника, направленных на специализированное программное обеспечение с целью получения конфиденциальной информации.....	416
<b>Афанасьева М.В.</b> Применение данных HONEYPOT-систем для прескриптивной аналитики действий злоумышленника .....	417
<b>Баранкова И.И., Христофоров В.В.</b> Моделирование способа сокрытия информации путем интерференции акустических волн.....	418
<b>Коновалов М.В., Максимова М.М.</b> Разработка приложения для поиска и устранения уязвимостей .....	419
<b>Кузьмина У.В., Зайцев Е.М., Кремлев Е.С.</b> Разработка модуля киберполигона для защиты веб-сервисов от атак на основе нейросети .....	420
<b>Лукьянов Г.И., Мирская С.Д.</b> Тестирование на проникновение как метод обеспечения информационной безопасности в организации.....	421

<b>Федорова А.К.</b> Утечка информации в Даркнет. Последствия и рекомендации для безопасности личных данных.....	422
<b>Перминова А.В., Маркин Е.В., Поливин Н.В.</b> Оценка уровня обученности студентов основам информационной безопасности в МГТУ им. Г.И. Носова .....	423
<b>Шишиморов А.П., Малиновский М.Д., Таныгина М.В.</b> Возможности нейронных сетей в сфере информационной безопасности.....	424
<b>Пермякова О.В.</b> Автоматизация процессов управления инцидентами информационной безопасности на базе SOAR-систем .....	425
<b>Федорова А.К.</b> Аудит информационной безопасности для проверки текущего состояния защиты ИТ-инфраструктуры, выявление потенциальных угроз и уязвимостей.....	426
<b>Бачурин И.В.</b> Защита сетевых устройств в соответствии со стандартом МЭК 62443-4-2 ...	427
<b>Коновалов М.В., Щеголихин И.С.</b> Обзор и сравнение современных стеганографических методов сокрытия информации .....	428
<b>Коринченко Г.М., Михайлова О.Е.</b> Математические подходы при моделировании систем защиты информации .....	429
<b>Кузьмина У.В., Ткачев Ю.Р., Цапов А.Е.</b> Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений по проектированию систем защиты информации на промышленном предприятии.....	430
<b>Лукьянов Г.И., Парфирьев К.А.</b> Модернизация системы информационной безопасности комплекса «Кристаллизатор 2000» .....	431
<b>Феоктистов В.С.</b> Проект системы защиты «Безопасная школа» с использованием технологий робототехники .....	432
<b>Афанасьева М.В., Беглецов В.А., Логинов О.А.</b> Применение нейронных сетей для оценки рисков информационной безопасности.....	433
<b>Шишиморов А.П., Пешненко С.С.</b> Проблема импортозамещения средств защиты информации и серверного оборудования в инфраструктуре субъектов КИИ на территории РФ.....	434
<b>Баранкова И.И., Жердев Д.А.</b> Исследование безопасности оплаты с помощью QR-кода .....	435
<b>Секция «Технологии цифровой экономики и ИТ-образование».....</b>	<b>436</b>
<b>Дубровский В.В., Карманова Е.В.</b> Автоматическое реферирование больших текстов с использованием интеллектуальных систем и приложений .....	436

<b>Дубенец В.Ю., Назарова О.Б.</b> Актуальность разработки новой линейки тренажеров SIKE ТОиР .....	437
<b>Курзаева Л.В., Егоров М.И., Спиридонов А.К.</b> Разработка тренажеров по обучению промышленной безопасности с использованием технологии виртуальной реальности.....	438
<b>Курзаева Л.В., Василега А.Т., Майоров П.Е.</b> К вопросу о разработке интерактивных тренажеров для LMS MOODLE.....	439
<b>Филатов Е.А., Кардаш М. М.</b> Проектирование сервиса распознавания болезней сельскохозяйственных культур .....	440
<b>Назарова О.Б., Янбердин Р.Р.</b> Автоматизация бизнес-процессов предприятия с использованием no-code платформы «Диаграммы».....	441
<b>Назарова О.Б., Андрушко Е.М.</b> Особенности структуры бизнес-сценария по совершенствованию бизнес-процесса ведения технической документации .....	442
<b>Шаповалов Г.В.</b> Разработка и интеграция в BI-систему модуля сбора данных процессингового центра .....	443
<b>Махмутова М.В., Махмутова Н.М.</b> Разработка модуля дистанционного контроля персонала на платформе OPTIMUM FRS для маркетингового агентства AROUND .....	444
<b>Махмутова М.В., Луганская Д.А.</b> Анализ состояния проблемы нахождения дефектов при выполнении экспертной оценки конструкций на промышленном предприятии .....	445
<b>Карманова Е.В., Киселев А.В.</b> Возможности CLICKHOUSE для обработки данных образовательного портала вуза.....	447
<b>Мовчан И.Н.</b> Проблемы управления корпоративным информационным контентом в финансово-кредитных учреждениях.....	448
<b>Перминов А.А., Масленникова О.Е.</b> К проблемам разработки программно-алгоритмического комплекса для анализа временных рядов и построения предсказательных и рекомендательных систем .....	449
<b>Непрокина Е.А.</b> Разработка мобильного приложения «Профориентация» для абитуриентов ИТ-направлений кафедры БИИИТ .....	450
<b>Бревнова Ю.В.</b> Разработка электронной библиотеки чертежей для ООО «Механоремонтный комплекс» .....	451
<b>Дмитриева И.А.</b> Выбор технологии дополненной реальности для разработки приложения для LEAN лаборатории.....	452

<b>Махмутова М.В., Конова П.В.</b> Разработка проекта внедрения автоматизированной системы учета «УСУ» для магазина-ателье «Ко-Мод» .....	453
<b>Попеляев И.А.</b> Разработка веб-платформы для организации мероприятий .....	454
<b>Шахова А.С., Новикова Т.Б.</b> Разработка автоматизированной информационной системы учёта товаров для сети цветочных салонов.....	455
<b>Болотов А.Ю., Новикова Т.Б.</b> Разработка методики оценки визуальной привлекательности графических интерфейсов.....	456
<b>Биннятов Р.А., Бычкова Н.А.</b> Алгоритм распознавания внимательности, основанный на эмоциях .....	457
<b>Старков А.Н.</b> Применение систем виртуализации при изучении операционных систем.....	458
<b>Краснов А.А.</b> Внедрение виртуальных тренажеров для совершенствования процесса обучения.....	459
<b>Новикова Т.Б., Болотов А.Ю.</b> Анализ бизнес-процесса «выставление продукции и рекламных материалов»...	460
<b>Мазнина Ю.А., Чернева А.А.</b> Анализ творческих возможностей искусственного интеллекта .....	461
<b>Масленникова О.Е., Петеляк В.Е., Гаврилова И.В.</b> Опыт встраивания сертифицированных курсов фирмы «1С» в образовательный процесс подготовки по направлению «Прикладная информатика» .....	462
<b>Чернова Е.В., Виноградова Ю.Я.</b> Разработка и использование электронного учебно-методического комплекса при обучении основам искусственного интеллекта колледже .....	463
<b>Гаврилова И.В.</b> Исследование рисков применения геймификации в образовании .....	464
<b>Боброва И.И., Ефимова И.Ю.</b> Дистанционный курс по дисциплине «Основы математической обработки информации» как средство совершенствования образовательного процесса на основе адаптивных педагогических практик .....	465
<b>Ефимова И.Ю., Костомарова А.С.</b> Использование WEB-квеста «Открываем мир IT-профессий» для профессиональной ориентации старшеклассников .....	466
<b>Романова М.В., Токарева Е.В.</b> Компьютерная ролевая игра как современное средство контроля знаний учащихся.....	467
<b>Чусавитина Г.Н., Кагарманова Л.А.</b> Методика применения геймификации при обучении программированию на PYTHON в системе дополнительного образования детей.....	468



<b>Романова М.В., Хайрова М.А.</b> «Контур.класс» в управлении образовательным процессом .....	470
<b>Сафина А.А., Доколин А.С.</b> Особенности организации интерактивности в системе дополнительного образования .....	471
<b>Чусавитина Г.Н., Клевесенкова С.В.</b> К вопросу разработки системы контроля и оценки образовательных достижений обучающихся для онлайн-курса «Основы искусственного интеллекта в образовании».....	472
<b>Боброва И.И., Сакаева И.А.</b> Использование метода проектов при организации мероприятия «Никто не забыт, ничто не забыто» для учащихся 7-9 классов .....	473
<b>Сатушева А.Д.</b> Использование современных средств обучения при подготовке к аттестации по промышленной безопасности специалистов, эксплуатирующих опасные производственные объекты .....	474
<b>Финогеева Е.В., Чернова Е.В.</b> Интерактивные инструменты LMS MOODLE.....	476
<b>Рожков А.В., Ефимова И.Ю.</b> Методическая система формирования ИКТ-компетентности обучающихся с нарушением зрения .....	477
<b>Курзаева Л.В., Мигунова Н.Д., Самохвал А.Д.</b> Профориентация на основе цифрового следа обучающегося .....	478
<b>Именной указатель.....</b>	<b>479</b>

Научное издание

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ, ТЕХНИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

**Тезисы докладов 81-й международной  
научно-технической конференции**

Том 1

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 17.04.2023. Рег. № 42-23. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага тип. № 1.  
Плоская печать. Усл.печ.л. 32,50. Тираж 100 экз. Заказ 119.



Издательский центр ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»  
455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38  
Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»