

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Магнитогорский государственный технический
университет им. Г. И. Носова



ТЕЗИСЫ
84-й международной
научно-технической конференции

ТОМ I



«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ,
ТЕХНИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ»

13-17 апреля 2026 г.

Магнитогорск
2026



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 84-й международной
научно-технической конференции**

Том 1

Магнитогорск
2026

Редколлегия:

Председатель редакционной коллегии проф., д-р техн. наук О.Н. Тулупов
Ответственный редактор канд. техн. наук С.В. Пыхтунова

доц., канд. техн. наук М.В. Андросенко доц., канд. ист. наук Н.Н. Макарова
доц., канд. филол. наук С.А. Анохина канд. пед. наук Е.А. Москвина
доц., канд. геол.-минерал. наук М.С. Колкова доц., канд. арх. Е.К. Подобреева
доц., канд. техн. наук Ю.Н. Кондрашова

Редактор Н.П. Боярова

Технический редактор Т.В. Леонтьева

Обложка О.А. Величко

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

Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 84-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2026. Т.1. 414 с.

ISBN 978-5-9967-3655-3

Представлены тезисы докладов 84-й международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы современной науки, техники и образования», целями которой являются создание условий для расширения сотрудничества, обмен опытом, а также апробация научных идей и общение с признанными учеными и специалистами-практиками. Тематика тезисов охватывает широкий спектр актуальных научных, технических, производственных и образовательных проблем, стоящих перед вузами, промышленными предприятиями и организациями. Тезисы выходят в трех томах. Дополнительные сведения об авторах можно получить по QR-коду.



Все материалы публикуются в авторской редакции

ISBN 978-5-9967-3655-3

© Магнитогорский государственный
технический университет
им. Г.И. Носова, 2026

Секция «Совершенствование открытой и подземной геотехнологии»

УДК 622.271.5

Бурмистров К.В. (AuthorID: 282604), **Бакиев В.Р.** (студент),
Гайфуллин Г.А. (студент)

ДОБЫЧА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ИЗ-ПОД ВОДЫ

Современные горнодобывающие предприятия при ведении открытых горных работ всё чаще сталкиваются с серьёзными гидрогеологическими вызовами, среди которых особое место занимает интенсивный водоприток. В таких условиях предприятия вынуждены осуществлять постоянное осушение карьеров и очистку карьерных вод, что требует эксплуатации мощных водоотливных систем, предусматривает значительные экономические издержки и создаёт существенные экологические риски.

Для многих горнодобывающих предприятий достаточно сложно выполнять требования действующего экологического законодательства по достижению качества очищенных карьерных вод допустимого для сброса в природные водоемы. В случае невозможности достаточной очистки карьерных вод могут быть реализованы следующие варианты: строительство прудов накопителей карьерных вод на весь период отработки месторождения; изоляция поступления воды в карьер; добыча полезного ископаемого без осушения карьера. Первый вариант в условиях значительных водопритоков сложен в реализации, так как потребуются существенные площади под накопитель, а также наличие гидротехнического сооружения таких размеров и объема увеличивает экологические риски для прилегающих территорий. Поэтому в рамках проводимого исследования были рассмотрены второй и третий варианты на примере Агаповского известнякового карьера, прогнозные водопритоки на котором достигнут $4300 \text{ м}^3/\text{час}$.

Выполненный анализ практики отработки карьеров с обильными водопритоками показал, что объемы грунтовых вод, поступающих в карьер в рудной и нерудной отраслях, достигают нескольких тысяч кубометров в час. При этом качество откачиваемых вод, как правило, крайне низкое: они характеризуются высокой мутностью, значительным содержанием взвешенных веществ, нефтепродуктов, тяжёлых металлов, а также повышенной жёсткостью или кислотностью.

Добыча полезного ископаемого без осушения карьеров особенно затруднительна при отработке скальных и полускальных пород, где традиционные методы добычи из-под воды практически не применяются — в отличие от разработки рыхлых пород (песков, гравия).

В работе были выполнены исследования по разработке технологических решений, позволяющих осуществлять добычу твердых полезных ископаемых без осушения карьера. Для условий Агаповского карьера по добыче известняка определены основные параметры применения технологии инъектирования и заморозки водоносных горизонтов, исключающих попадание воды в карьер. Также произвели выбор оборудования и определены основные параметры системы разработки позволяющие осуществлять добычу известняка непосредственно из-под воды. Выполненные расчеты показали технологическую и экономическую перспективность реализации данных технологических решений на карьерах со значительными водопритоками.

Бурмистров К.В. (AuthorID: 282604), Трегубов А.А. (студент)

ВЫБОР МОДЕЛИ КАРЬЕРНОГО АВТОСАМОСВАЛА С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ УСТАНОВОК

Современные тенденции развития горной отрасли связаны с увеличением текущей и проектной глубин карьеров. С повышением глубины карьеров возрастают объемы вынимаемых пустых пород, увеличивается парк горнотранспортного оборудования, затраты на производство основных технологических процессов, растет загазованность карьеров, ухудшается естественная вентиляция, снижается прямая видимость на карьерных дорогах. При разработке месторождений глубокими карьерами увеличивается расход топлива у самосвалов на 70-80 % из-за большого количества затяжных подъемов, что приводит к росту эксплуатационных расходов и выбросов загрязняющих веществ от работы автосамосвалов.

Для сокращения затрат на перемещение горной массы автомобильным транспортом и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду производители оборудования разрабатывают и внедряют в эксплуатацию самосвалы с различными видами энергосиловых установок. На ряде горнодобывающих предприятий в настоящее время используются самосвалы, работающие на сжиженном или компримированном природном газе, с битопливной силовой установкой [1], с водородной силовой установкой [2], газотурбинным двигателем [3], электрические самосвалы, троллейбусы и дизель-троллейбусы. Попутно идут опытно-промышленные испытания самосвалов, работающих на биодизельном топливе. Традиционные расчетные методики позволяют сравнивать данные автосамосвалы и осуществлять выбор ориентируясь только на технико-экономические показатели. Однако данные транспортные средства отличаются также уровнем воздействия на окружающую среду, эргономикой и другими эксплуатационными характеристиками. В рамках проводимого исследования были проанализированы модельный ряд автосамосвалов, доступных к приобретению на карьеры России, виды возможных энергосиловых установок, существующие методики выбора и расчета производительности карьерных автосамосвалов. Предложен многофакторный подход к выбору модели автосамосвала с альтернативной энергосиловой установкой. Разработаны рекомендации по выбору транспортных средств применительно к угольному разрезу.

Список используемых источников

1. Опыт использования сжиженного природного газа как газомоторного топлива на технологическом транспорте / Г.М. Дубов, М.Ю. Яцевич, Д.А. Бороненков, Д.М. Якобсон // Маркшейдерия и недропользование. – 2025. – Т. 25, № 3. – С. 73-81. – DOI 10.56195/20793332-2025-25-3-73-81. – EDN KVALDY.
2. Хазин, М.Л. Карьерные самосвалы на водородном топливе / М.Л. Хазин, Р.А. Апакашев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2022. – № 1. – С. 47-59. – DOI 10.25018/0236_1493_2022_1_0_47. – EDN NFKJQG.
3. Хазин, М. Л. Применение газотурбинных двигателей для карьерных самосвалов в условиях севера / М. Л. Хазин, П. И. Тарасов, В. В. Фурзиков // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 290-300. – DOI 10.15593/2224-9923/2019.3.8. – EDN IPRLON.

Даушев Р.М. (AuthorID: 1323611), Кульсаитов Р.В. (AuthorID: 885310),
Кутлубаев И.М. (AuthorID: 362747)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНКЕРНОЙ КРЕПИ ДЛЯ ВОСПРИЯТИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Особенностью проявления горного давления на горизонтах, превышающих 500 м, являются выбросы поверхности выработки.[1]

Локальный характер выбросов кинетической энергии определяет возможность её восприятия единичной анкерной крепью. Управление состоянием поверхности в этой ситуации обеспечивается за счет перевода кинетической энергии в иные формы. По оценкам, представленным в зарубежных исследованиях, для этого необходимо обеспечить поглощение энергии более 30 кДж на один квадратный метр. При допустимой величине смещения поверхности в 300 мм средняя величина усилия на анкер составляет не менее 110 кН. [2,3] Эта величина определяет минимальную нагрузочную способность элементов анкерной крепи: опорной плиты, подхвата. Наиболее предпочтительно, если усилия, при которой воспринимается кинетическая энергия, будут стабильными во всём интервале смещения поверхности выработки. Данным условиям отвечают анкерные крепи, в которых обеспечивается преобразование в деформацию изогнутого стержня, тепловую энергию при дросселировании жидкости в составных анкерах, разрушение в шпуре затвердевшей смеси. Необходимым условием функционирования во всех перечисленных способах поглощения кинетической энергии является усиленное закрепление головной части анкера.

Это позволяет сформулировать требования к анкерной крепи, способной воспринимать локальные динамические проявления горного давления:

- закрепление головной части анкера с возможностью фиксации при действии усилия более 150 кН;
- обеспечение нагрузочной способности всех составляющих анкерной крепи не менее 110 кН;
- допустимое смещение дистальных концов анкера более 300 мм.

Список используемых источников

1. Неугомонов, Сергей Сергеевич. Развитие научно-методических основ технологии обеспечения устойчивости подземных горных выработок с учетом воздействия статических и динамических нагрузок: дис. д-р техн. наук: 2.8.8, 2.8.6. - Магнитогорск, 2024. - 334 с.
2. Dai L. et al. Experimental study on the self-protection performance of anchor bolts with energy-absorbing tails //Rock Mechanics and Rock Engineering. – 2020 – Т. 53 – №. 5 – С. 2249-2263.
3. Wang J. et al. A new energy-absorbing bolt used for large deformation control of tunnel surrounding rock //International Journal of Mining Science and Technology. – 2022 – Т. 32 – №. 5 – С. 1031-1043.

Аксанов А.А. (аспирант), Зубков А.А. (AuthorID: 148383),
Крехов Е.Н. (аспирант), Кутлубаев И.М. (AuthorID: 362747)

ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОДАТЛИВЫХ РАМНЫХ КРЕПЕЙ

Усложняющиеся условия работ, выполняемых в шахте при добыче рудных полезных ископаемых, сопровождается увеличением объема устанавливаемых металлических податливых рамных крепей. Это определило необходимость совершенствования их конструкции и проведения оценки их базовых показателей: несущей способности, вертикальной и горизонтальной податливости. Наиболее информативным является исследование рам на специальных испытательных стендах. Требования к процедуре регистрации параметров определены в ГОСТ 50910 – 96. Базовым фактором при этом является реализуемая схема нагружения активными силами. В частности, их направление должно быть параллельно продольной оси рамы и сохраняться в течении всего процесса исследования ее податливости.

Для реализации в полной мере исследования в соответствии с ГОСТ 50910 – 96 разработан специальный стенд. Основной его особенностью является устройство нагружения, выполненное в виде механизма, использующего поступательную пару. В этом случае узел нагружения верхняка, установленный на ползуне, имеет траекторию движения параллельно продольной оси рамы. Перемещение ползуна обеспечивается через соосно установленный гидроцилиндр. Конструкция узла нагружения допускает изменение точки приложения нагрузки на верхняк. Схема стенда представлена на рисунке 1.

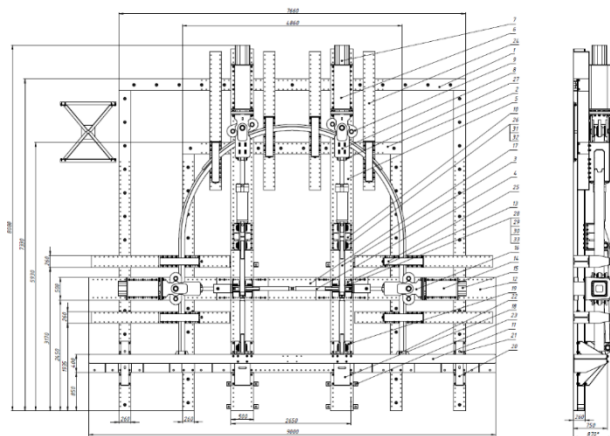


Рис. 1. Схема испытательного стенда

Схема построения стенда обеспечивает воздействие на раму в направлении, неизменном и независимом от деформации верхняка, что полностью соответствует схеме нагружения предписанной ГОСТ.

Зубков А.А. (AuthorID: 853576), **Новиков Е.В.** (аспирант),
Михайлова Г.В. (зав. лабораторией), **Волков П.В.** (AuthorID: 645377)

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ НОРМАТИВНОЙ ПРОЧНОСТИ ТВЕРДЕЮЩЕЙ ЗАКЛАДКИ ПРИ КАМЕРНО-ЦЕЛИКОВОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ

При подземной разработке месторождений системами с применением твердеющей закладки сталкиваются с проблемой экономической неэффективности, связанной с использованием единого норматива прочности для всего закладочного массива. Это приводит к перерасходу вяжущего, на участках, не требующих высокой прочности, что повышает себестоимость добычи. Актуальность работы обусловлена необходимостью оптимизации затрат на закладочные работы в условиях роста стоимости материалов и требований к экономической эффективности.

Дифференциация прочности закладочного массива представляет значительный научный и практический интерес для горной промышленности.

В ходе исследования проведён анализ нагрузок на искусственные целики и закладочный массив на основе классических геомеханических методик, включая метод, описанный А.О. Барановым, адаптированный для условий трещиноватых и блочных массивов. Расчёты подтвердили, что нагрузка на закладочный материал в камерах второй очереди, находящихся под защитой сформированных целиков, ниже, чем на целики камер первой очереди. Геомеханическое моделирование показало, что прочностные требования к закладочному материалу для камер второй очереди, могут быть снижены на 50–70% по сравнению с прочностью материала в целиках первой очереди. Экономический анализ структуры затрат на приготовление твердеющей смеси выявил, что до 70–80% себестоимости составляют затраты на вяжущее. Таким образом, дифференциация прочности позволяет значительно сократить расход вяжущего за счёт применения смесей низкой прочности и снизить себестоимость закладочных работ.

На основе проведённых исследований, обоснована целесообразность перехода от единого норматива прочности к вариативному показателю при проектировании систем разработки с твердеющей закладкой в массивах со сложными геомеханическими условиями. Данный подход предполагает применение более прочных смесей для формирования несущих искусственных целиков для камер первой очереди и материалов с регулируемой, пониженной прочностью - для заполнения выработанного пространства камер второй очереди. Это обеспечивает безопасность горных работ за счёт соблюдения расчётных прочностных характеристик несущих элементов и даёт положительный экономический эффект, за счёт оптимизации материальных затрат на закладочные работы.

Насыров Р.Ш. (студент), **Жардемов К.Ж.** (инженер)

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДОННОГО ВЫПУСКА ПРИ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ С САМООБРУШЕНИЕМ РУДЫ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

Обработка запасов подземного рудника Болашак (Донской горно-обогатительный комбинат, Казахстан) ведется системой разработки с самообрушением руды и вмещающих пород. Данная технология характеризуется высокими показателями производительности, простотой конструкции, но имеет относительно низкие качественно-количественные показатели очистной выемки. Кроме того, ведение горных работ на больших глубинах и обрушение запасов очистных блоков обусловлено сложным управлением состоянием массива, в частности сохранение устойчивости нарезных и выпускных выработок днища. Поэтому обоснование и оптимизация параметров системы разработки является актуальной научно-практической задачей, определяющей эффективность и безопасность очистных работ.

Идея работы заключается в повышении производительности выпуска рудной массы за счет увеличения расстояния между скреперными штреками для оптимизации схемы погрузки руды в состав вагонеток. Такое решение сопровождается повышением размеров междустрековых целиков и, соответственно, их устойчивости. Однако, ставится проблема увеличения показателей потерь и разубоживания из-за отдаления выпускных воронок друг от друга в плане и отсутствия касания эллипсоидов выпуска. Повысить качество и полноту выпуска рекомендуется путем шахматного расположения выработок выпуска. За счет такого расположения уменьшается площадь пролетов сопряжений выработок и области концентрации большого горного давления над скреперными штреками от пересечения зон влияния эллипсоидов выпуска и давления обрушенной рудной массы.

Список используемых источников

1. Мажитов, А. М. Оценка степени техногенного преобразования участка недр при разработке месторождения с обрушением руды и вмещающих пород в восходящем порядке / А. М. Мажитов // Горная промышленность. – 2021. – № 4. – С. 113-118. – DOI 10.30686/1609-9192-2021-4-113-118. – EDN JOBLTV.
2. Разработка технологии проведения и крепления горной выработки в зоне тектонически-ослабленных пород / Р. Ш. Насыров, А. В. Третьяк, С. С. Неугомонов, А. М. Мажитов // Горная промышленность. – 2024. – № 3. – С. 126-130. – DOI 10.30686/1609-9192-2024-3-126-130. – EDN MZYRXX.
3. Технологические решения адаптации системы разработки с блочным самообрушением для условий рудных тел Донского ГОКа / Р. Ш. Насыров, А. В. Третьяк, С. С. Неугомонов, А. М. Мажитов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2024. – № 4. – С. 60-68. – DOI 10.21440/0536-1028-2024-4-60-68. – EDN PZVYLL.

Работа выполнена под научным руководством доц., д-ра техн. наук Мажитова А.М. (AuthorID: 726561).

Симонов П.С. (AuthorID:435652), Борисов Д.А. (студент)

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Добыча полезных ископаемых оказывает значительное влияние на природный ландшафт – нарушаются почвы и биологическое разнообразие. Кроме того, горное дело занимает земли, которые могли бы использоваться для нужд человека другим способом (жилой сектор, промышленные объекты, пашни, сенокосы, пастбища и др.).

Одним из критериев землепользования является площадь, используемая под тот или иной вид деятельности. В данной работе при анализе спутниковых карт с помощью математической системы Mathcad определены площади земель, нарушенных хозяйственной деятельностью человека (рис. 1). Яркость пикселей занятых горными работами ($B = 137 \div 255$) соответствует более светлым объектам на фотографии. В результате получены координаты участков со следами горных работ.

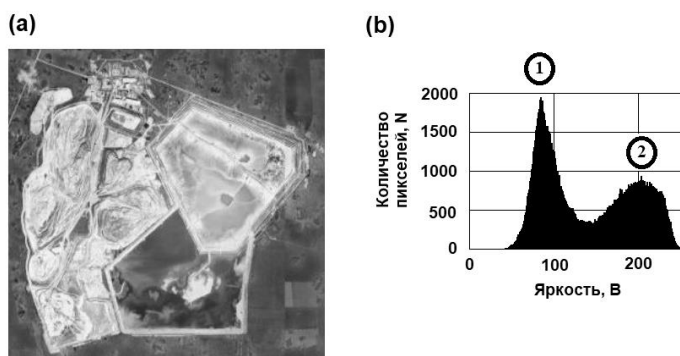


Рис. 1. Анализ участка, занятого горными работами:

- (а) Спутниковая карта Google Maps месторождения в Челябинской области;
 (б) Распределение количества пикселей N изображения по яркости B :
 1 – природные ландшафты ($B = 0 \div 137$); 2 – горные работы ($B = 137 \div 255$).

Разработана методика идентификации и подсчета площади поверхности, занятой под горные работы в Челябинской области. Для анализа изображений используется распределение яркостей пикселей, представляемое в виде гистограммы [1], на оси абсцисс которой отображаются значения яркостей изображения B , а на оси ординат отображается количество пикселей N .

Список используемых источников

Симонов, П. С. Определение степени трещиноватости массива горных пород в математическом пакете Mathcad / П. С. Симонов // Взрывное дело. – 2025. – № 149-106. – С. 5-19. – EDN ALCLHY.

Доможиров Д.В. (AuthorID: 313673), Ильтинин Ю.К. (аспирант),
Доможиров М.Д. (студент)

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРЕ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ ВБЛИЗИ ОХРАНЯЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

При проектировании параметров буровзрывных работ для открытой геотехнологии на ряду с обеспечением качества подготовки горной массы к выемке должны быть выполнены условия по безопасности с учетом ограничивающих факторов взрыва.

Согласно ФНиП, раздел XII – «Безопасные расстояния при производстве взрывных работ и хранении взрывчатых материалов. Порядок определения безопасных расстояний при взрывных работах и хранении взрывчатых материалов», в проекте или паспорте БВР на карьерах безопасность взрывных работ оценивается по различным поражающим факторам путем сравнения фактических расстояний (от места взрыва до охраняемого объекта) с расчетными и безопасными. Безопасное расстояние принимается наибольшее из установленных по различным поражающим факторам: разлет отдельных кусков породы, $r_{разл}$ (м); сейсмическое действие, r_c (м); действие УВВ, $r_{УВВ}$ (м).

При ведении взрывных работ на карьерах в стесненных условиях, как правило, ограничивающим фактором безопасности является разлет кусков горной породы. Согласно ФНиП, расстояние $r_{разл}$ (м), опасное для людей по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов, рассчитанных на разрыхляющее (дробящее) действие, определяется по формуле, где учитываются лишь конструктивные и геометрические параметры БВР при скважинной отбойке на карьерах.

Методика расчета безопасных расстояний по разлету осколков в ФНиП учитывает этот фактор опасности лишь в сторону устья скважины, где в расчетные зависимости входят конструктивные (коэффициенты заполнения заряда и забойки) и геометрические (диаметр и сетка скважин) параметры БВР и не учитывает прорыв продуктов взрыва и разлет осколков в сторону откоса уступа (при заниженных ЛСПП и высоких уступах).

Определены оптимальные параметры буровзрывных работ для условий карьера Митрофановского месторождения с учетом требований к качеству и безопасности подготовки горной массы к выемке в стесненных условиях. Предложен комбинированный заряд эмульсионного и гранулированного взрывчатого вещества, что привело к увеличению вместимости скважины ВВ и позволило снизить безопасные расстояния по разлету кусков до минимально возможных значений согласно ФНиП (200 м) без потери качества.

Доможиров Д.В. (AuthorID: 313673), **Ильтин Ю.К.** (аспирант),
Борисов Д.А. (студент)

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ НА ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ ГОРНЫХ ПОРОД К ВЫЕМКЕ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Качество рудных полезных ископаемых оценивается средним содержанием полезного компонента, потерями и разубоживанием и минимальным количеством вредных примесей на выходе технологической цепочки процессов добычи. Не-рудные полезные ископаемые характеризуются как природными показателями качества – декоративность, белизна, желтизна, зольность, так и технологическими – гранулометрический состав и сортность, потери и разубоживание. При этом качество горных работ – это один из показателей технического, технологического и организационного уровней горного производства, включающий специфические условия разработки месторождения, который оценивается потерями и разубоживанием, стабильностью качественных свойств минерального сырья, производительностью по полезному ископаемому и технико-экономическими показателями.

Сегодня оценка качества выполнения горных работ осуществляется отдельно по технологическим процессам и переделам, поэтому на этапе подготовки пород к выемке должны учитываться требования потребителей к минеральному сырью и конечной продукции, которыми являются не только обогатительные фабрики, но и участники рынка.

В условиях сложноструктурных месторождений управления качеством минерального сырья на этапе подготовки горных пород к выемке приводит к повышенным потерям и разубоживанию, снижению эффективности обогатительного передела, а порой и к полной потере высокоценной продукции не только на этапе переработки, но и в недрах.

Поэтому управление качеством минерального сырья путем обоснования технологии и параметров подготовки горных пород сложноструктурных месторождений является актуальной задачей.

В работе определены основные параметры буровзрывной подготовки для сложноструктурного месторождения марганцевых руд «Ниязгулово-1», где основные потери и разубоживание наблюдаются непосредственно в очистном блоке, при отработке контактной зоны руд с вмещающими породами, что ведет к снижению качества руды и технико-экономических показателей.

Таким образом, управление качеством минерального сырья на этапе подготовки горных пород к выемке на примере сложноструктурного месторождения марганцевых руд «Ниязгулово-1» за счет обоснования параметров БВР позволило снизить эксплуатационные потери с 2% до 1% и разубоживание с 9% до 4%, и повысить содержание марганца в руде с 12,6% до 13,44%.

Бурмистров К.В. (AuthorID: 282604), **Симонова Д.М.** (AuthorID: 1317874),
Михайлова Г.В. (зав. лабораторией)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦПТ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД НА КАРЬЕРАХ ПО ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ РАЗЛИЧНОЙ ЦЕННОСТИ

В современных условиях развития горнодобывающей промышленности особую актуальность приобретает поиск и внедрение эффективных технологических решений по оптимизации основных процессов открытых горных работ. Одним из таких решений является внедрение циклично-поточной технологии транспортирования горной массы.

Чаще всего циклично-поточная технология (ЦПТ) транспортирования горных пород рассматривается для условий глубоких высокопроизводительных карьеров по добыче рудных залежей или угольных разрезов. Однако, современные технологические условия представляют возможность применения ЦПТ на карьерах с небольшой глубиной отработки и полезным ископаемым различной ценности.

Например, добыча малоценных полезных ископаемых, как правило, характеризуется меньшими объемами производства, по сравнению с рудными, при достаточно большой длине транспортирования горной массы. Учитывая высокую долю затрат на транспортирование в себестоимости снижение этой позволяет повысить эффективность горнодобывающего предприятия.

Таким образом, обоснование целесообразности внедрения ЦПТ при транспортировании горных пород на карьерах по добыче малоценных полезных ископаемых является актуальным.

В рамках исследования было рассмотрено горнодобывающее предприятие по добыче известняка в Уральском регионе с переходом от автомобильного транспортирования к транспортированию полезного ископаемого с применением ЦПТ.

Проведен сравнительный анализ экономической эффективности транспортирования автосамосвалами и транспортирования с использованием ЦПТ. Разработана математическая модель, учитывающая объем производства, расстояние транспортирования, цену реализации. Критерием экономической эффективности принимаемого решения по внедрению ЦПТ был принят срок окупаемости инвестиций.

Доказано, что внедрение ЦПТ не всегда экономически обосновано. Для достижения приемлемого срока окупаемости инвестиций требуется либо увеличение объема производства на 80%, либо снижение коэффициента ЦПТ, предполагающее увеличение плеча откатки в 1,5-1,8 раз.

Понамарева Е.А. (AuthorID: 970484), Якимчук Н.В. (AuthorID: 1099721),
Вишняк А.И. (AuthorID: 1293607)

СПЕКТРОМЕТРИЯ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗА МЕЛКОАМПЛИТУДНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В УГОЛЬНОМ ПЛАСТЕ

Мелкоамплитудные разрывы представляют собой наиболее распространенную форму геологической нарушенности угольных пластов и природные аккумуляторы воды и метана в угле. Оперативный прогноз приближения к таким зонам без нарушения сплошности пласта позволяет избежать вынужденной аварийной остановки очистного забоя и снизить риск внезапных выбросов.

Специалисты ФГБНУ «ИФГП» практикуют анализ угольного вещества посредством спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Этот исследовательский инструмент позволяет на молекулярном уровне отслеживать структурные изменения в рассматриваемых образцах. При этом целевым параметром выступает количественное содержание водорода – как в жидкостных и газообразных флюидах, так и в органической матрице угля. Динамика этого параметра служит индикатором изменения свойств угольного массива в пределах исследуемой зоны, что позволяет рассматривать метод в качестве основы для оперативного прогноза приближения очистного забоя к зоне, вмещающей геологическое нарушение.

Предложенная методика прогноза подразумевает изъятие угольного вещества из бурового штыба по результатам бурения опережающих скважин диаметром 42 мм на расстоянии 2–2,5 м по длине лавы в направлении продвижения забоя. Образцы высушивают при температуре 100°C, дробят до фракции 0,4–0,5 мм и подвергают анализу на ЯМР-спектрометре.

Заключение строится на использовании численного критерия B , который представляет собой сравнение среднего значения гауссовой линии ЯМР-спектра по трем измерениям из каждой емкости с зоны отсутствия геологического нарушения \bar{S}_6 и фонового значения гауссовой линии при приближении к геологическому нарушению \bar{S}_ϕ :

$$B = \frac{\bar{S}_6}{\bar{S}_\phi}$$

Если значение критерия $B \geq 1,2$, то рассматриваемый участок угольного пласта вмещает геологическое нарушение. Соответственно, в случае закономерной динамики возрастания этого критерия с приближением к отметке 1,2 можно сделать прогноз о приближении забоя к зоне, вмещающей геологическое нарушение.

Апробация данного метода прогноза зоны влияния геологической нарушенности была произведена в условиях шахт им. А. Ф. Засядько (г. Донецк) и Калиновская-Восточная (г. Макеевка). Выраженная динамика критерия B фиксируется уже на дистанции 5–6 м от геологического нарушения, что позволяет заранее скорректировать технологические решения и предотвратить возникновение опасной ситуации или длительный простой очистного забоя.

Угольников Н.В. (AuthorID: 686337), **Караулов Н.Г.** (AuthorID: 338042),
Симаков Д.Б. (AuthorID: 674195), **Самсонов В.В.** (студент)

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ОТКРЫТОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Согласно Указу президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» определены основные направления и показатели, для достижения национальной цели. Одними из основных направлений являются:

1) Государственные инициативы в сфере жилищного строительства в России, направлены на увеличение объемов ввода жилья (до 120 млн кв. м в год к 2030 г.);

2) Национальный проект «Инфраструктура для жизни» в части дорожной деятельности, в рамках которого реализуются пять федеральных проектов;

3) Государственные инициативы РФ в сфере железнодорожного строительства (модернизация Восточного полигона, строительство скоростных магистралей, транспортных узлов и инфраструктуры общего пользования).

В рамках реализации указанных инициатив на производителей строительных материалов, в частности в области добычи и переработке строительных горных пород, предъявляются повышенные требования. Поэтому одной из основных задач современного горного предприятия по добыче и переработке горных пород является оперативное регулирование выхода товарных фракций щебня требуемого качества и анализ основных качественных показателей [1]. Решение данных задач связано со сбором и обработкой больших объемов данных.

В условиях четвертой промышленной революции (индустрия 4.0) широкое развитие получили следующие современные технологии, позволяющие снизить трудозатраты на сбор и обработку больших объемов данных, необходимых для оперативного регулирования работы горного предприятия: аналитика больших данных, искусственный интеллект, облачные и квантовые вычисления и т.п. Поэтому разработка и развитие отечественных приборов, работа которых основана на технологии нейронных сетей, позволит своевременно диверсифицировать большой объем данных. В связи с этим отечественная компания ООО «Давтех» разработала собственный аналог программно-аппаратного комплекса Гравикс [2].

Список используемых источников

1. Разработка рекомендаций по регулированию кусковатости строительных горных пород при взрывном разрушении / С. Е. Гавришев, В. Н. Калмыков, В. А. Пикалов [и др.] // Горная промышленность. – 2025. – № 1. – С. 58-63. – DOI 10.30686/1609-9192-2025-1-58-63. – EDN LCXZIL.

2. Технологии нейронных сетей в интеллектуальном анализе данных granulометрического состава взорванных пород / В. С. Великанов, А. В. Дремин, С. А. Чернухин, Н. В. Ломовцева // Горная промышленность. – 2024. – № 4. – С. 90-94. – DOI 10.30686/1609-9192-2024-4-90-94. – EDN IXWANW.

Караулов Н.Г. (AuthorID: 338042), **Угольников Н.В.** (AuthorID: 686337),
Брызгалов М.А. (студент), **Нужин С.Г.** (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ СОЗДАНИЯ ОТРЕЗНЫХ ЩЕЛЕЙ ПРИ ДОБЫЧЕ БЛОЧНОГО КАМНЯ ИЗ ПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Камнедобывающая отрасль это достаточно динамичная сфера, которая в последние годы переживает значительный подъем. Натуральный камень (гранит, мрамор, известняк и др.) по-прежнему востребован, несмотря на конкуренцию со стороны искусственного камня кварцевого агломерата, акрилового камня и пр.

При добыче блочного камня из прочных пород одним из главных технологических процессов, обеспечивающих максимальный выход товарного блока и как следствие требуемое качество товарной продукции, является процесс подготовки к выемке.

Все способы подготовки блочного камня к выемке заключаются в создании магистральной трещины в породном массиве. Наиболее распространенные способы подготовки блочного камня к выемке это: буровзрывной, с помощью невзрывчатых разрушающих составов (НРС), шпуровой с применением клиньев, с помощью гидроклиньев и с применением алмазно-канатных пил [1]. Все перечисленные варианты кроме способа, основанного на применении алмазно-канатных пил, предполагают предварительную проходку отрезных щелей с целью создания дополнительных поверхностей обнажения.

В настоящее время для формирования дополнительных плоскостей на практике используется сплошное обуривание, алмазно-канатное пиление, а также использование терморезаков. Сплошное обуривание является наиболее трудоемким способом, вследствие чего применяется крайне редко. Алмазно-канатные пилы создают толщину пропила 11 мм, что является недостаточным для последующего отделения блока. Основными недостатками терморезаков являются некомфортные условия при эксплуатации ручных терморезаков (высокий уровень шума, интенсивное выделение продуктов горения), а также повышенные требования к безопасности работ.

В рамках данного исследования было предложено использовать для создания отрезных щелей баровые-камнерезные машины, оснащенные алмазно-твердосплавными пластинками (АТП) используемыми для добычи пород прочностью до 180 МПа.

В результате проведенных исследований установлено, что экономические затраты на применение терморезаков и баровых-камнерезных машин оснащенных (АТП) являются сопоставимыми, при этом применение баровых-камнерезных машин обеспечивает более комфортные условия работы и не такие высокие требования к безопасности работ, что указывает на целесообразность применения баровых-камнерезных машин оснащенных (АТП) для создания предварительных отрезных щелей.

Список используемых источников

1. Современные технологии добычи блочного гранита / Г. Д. Першин, С. А. Голяк, М. С. Уляков [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 12-2. – С. 163-167. – EDN UCALHJ.

Пыгалев И.А. (AuthorID: 662216), **Бикбов Р.И.** (AuthorID 1290030),
Сибгатуллина А.А. (AuthorID: 1297581)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ УГЛУБКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

Углубка вертикальных стволов представляет собой комплексный процесс, включающий проведение выработки, установку армировки, монтаж коммуникаций, погрузочно-транспортные операции и вспомогательные процессы, обеспечивающие подготовку забоя к следующей стадии. Эффективность цикла определяется согласованностью операций, устойчивостью технологической последовательности, распределением функций между рабочими звеньями и организацией материально-технического обеспечения. При одинаковых горно-геологических условиях именно структура производственного процесса и организация взаимодействия звеньев оказывают ключевое влияние на фактическую скорость углубки [1], .

Объектом исследования — две организационно-технологические схемы углубки стволов, применённые на руднике Урала. Схема I представляет собой классический вариант, характеризующийся увеличенной долей подготовительно-завершающих операций, выраженными организационными задержками и высокой трудоёмкостью работ по армировке ствола. Схема II — оптимизированный вариант, предусматривающий сокращение организационных перерывов между операциями, перераспределение функций между рабочими звеньями и более эффективную систему подачи материалов и оборудования. Обе схемы реализованы при шаге углубки 240 м, диаметре ствола 7,5–8,1 м и коэффициенте крепости пород 10–15, что обеспечивает корректность сравнительного анализа [1.2]

Метод исследования основан на анализе циклограмм, оценке трудоёмкости операций и сопоставлении фактических временных затрат по сменам. В Схеме I продолжительность проходческого цикла составляет 28 ч, календарная скорость — 17,4 м/мес, а подготовительно-завершающие операции занимают 6–7 ч (до 25 % цикла). Трудоёмкость работ по установке и закреплению элементов армировки достигает 33,75 ч. В Схеме II подготовительные операции сокращены до 4–5 ч, трудоёмкость снижается до 21–24 ч, а календарная скорость составляет 12 м/мес при меньшей общей длительности работ (21,7 мес против 27,8 мес). Основные различия связаны с организацией последовательности операций, обеспечением забоя материалами и распределением функций между рабочими звеньями.

Сравнительный анализ показал, что оптимизация организационной составляющей позволяет сократить продолжительность цикла на 18–22 % без изменения технологической схемы. Наиболее эффективными мерами являются регламентация подготовительных операций, сокращение организационных интервалов, оптимизация графиков работы смен и повышение согласованности действий рабочих звеньев.

Секция «Горные машины и транспортно-технологические комплексы»

УДК 502.174.3

Курочкин А.И. (AuthorID: 684027), **Добряков Д.А.** (аспирант)

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ПОТОКОВ В ИСТОЧНИКИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ НУЖД ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Современная глубокая подземная добыча сопряжена со значительными энергозатратами, доля которых приходится на водоотлив и проветривание выработок. Парадокс заключается в том, что мощные потоки воды и воздуха, которые необходимо перемещать с использованием внешней электроэнергии, сами по себе несут в себе значительный неиспользуемый кинетический потенциал. В настоящее время эта энергия просто рассеивается, хотя ее целенаправленное преобразование могло бы создать дополнительный источник электроснабжения для самого горного предприятия.

Разработка технологий, позволяющих снимать электричество с этих техногенных потоков, является актуальной задачей для повышения энергоэффективности и частичной энергонезависимости горнопромышленных комплексов. Для потоков шахтных вод наиболее перспективно размещение компактных микрогидроэлектрических генераторов в трубопроводах водоотлива или в сбросных каналах перед отстойниками. [1].

Отдельный и крайне важный потенциал заключен в энергии исходящей вентиляционной струи. Установка легких аэродинамических турбин или диффузорных ветрогенераторов в устьях вентиляционных стволов позволяет преобразовывать стабильный воздушный поток в электричество. Особенностью таких решений является их круглогодичная и круглосуточная работоспособность вне зависимости от природных условий на поверхности, что выгодно отличает их от традиционных ветряков [2].

Таким образом, целенаправленное преобразование кинетической энергии техногенных потоков шахт с помощью встраиваемых генераторов открывает путь к созданию распределенной системы автономного энергоснабжения. Это не только снижает операционные расходы, но и повышает энергетическую устойчивость предприятия, создавая резервный источник на случай внешних сбоев.

Список используемых источников

1. Князькин Е.А. Обоснование параметров энергоэффективных схем водоотлива подземного рудника с использованием энергии гидротоков: дис. канд. техн. наук: 25.00.22 / Князькин Егор Алексеевич. – Москва, 2021. – 158 с.
2. Кабанов О. В., Панфилов С. А., Мелешкин А. И. Разработка альтернативного источника электроэнергии на базе восходящих воздушных потоков шахты естественной вентиляции // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: строительство и архитектура, Т20 №3, 2020, с.47-63.

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ РОТОРА КАРЬЕРНОГО РОТОРНОГО ЭКСКАВАТОРА

Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения эффективного управления карьерными роторными экскаваторами в условиях изменяющихся горно-геологических условий. Режим ручного управления является важным элементом эксплуатации горного оборудования, требующим научного обоснования и оптимизации. Цель работы заключается в разработке и анализе алгоритма ручного управления перемещениями ротора карьерного роторного экскаватора с учетом различных вариантов циклов работы.

Он состоит в последовательных перемещениях ротора по координате X (подвод к поверхности грунта, и его погружение в грунт, на требуемую глубину), затем в перемещении ротора (стрелы) по координате α (на требуемое расстояние), после этого в отводе ротора назад (перемещение его по координате X с минусом), далее в движении ротора в направлении, обратном перемещению α (на расстояние $-\alpha$), и далее в перемещении ротора вниз (обычно) по координате Z (для производства следующего цикла копания грунта). [1, 2].

Производительность разработки забоя при использовании второго варианта цикла по сравнению с первым вариантом оказывается почти в два раза выше. Он может быть усовершенствован путем совмещения движений ротора в процессе подвода к поверхности грунта и врезания (перемещение по координате X) с движением по координате α . Таким способом может быть построен третий вариант цикла [3].

Нельзя, однако, не отметить, что повышая производительность копания по сравнению с первым вариантом примерно на 15-20%, третий вариант может использоваться ограниченно. Избавиться от этих недостатков можно применив четвертый вариант цикла: рабочие перемещения ротора по направлениям X и α не совмещать, а перемещения в направления « $-X$ » и « $-\alpha$ » выполнять одновременно, по диагонали [4]. Последняя должна быть либо предварительно изучена геологами-изыскателями или контролируется машинистом по колебаниям нагрузки на ротор, для чего экскаватор должен быть дополнительно снабжен соответствующим регистрирующими (измерительными) приборами [5].

Список используемых источников

1. Верещагин Л.А. и др. Система автоматизированного управления роторным экскаватором. Авторское свидетельство № 1164374.
2. Петров Р.С. и др. Устройство программного управления роторным экскаватором. Авторское свидетельство №870596.
3. Акутин Г.К. и др. Автоматизация технологических процессов на карьерах. М.: Недра, 1977. – С. 136.
4. Способ автоматизированного управления рабочим процессом роторного экскаватора и система управления для его осуществления. Патент № 1686078.
5. Милосердов У.У. и др. Блочно-модульная модель автоматизированной системы контроля и управления роторным экскаватором большой единичной мощности.

Салимов А.Э. (AuthorID: 1282219), Иванов С.Л. (AuthorID: 615961)

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСМИССИОННЫХ СИСТЕМ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФЕРРОМАГНИТНЫХ ЧАСТИЦ В МАСЛЕ

Техническое состояние трансмиссионных систем оказывают прямое влияние на протекание производственного процесса, в частности, на его надёжность и непрерывность. К примеру, это относится к редукторам напора и подъёма, входящих в состав карьерных экскаваторов. По состоянию масла, используемого в этих узлах для обеспечения их нормальной работы, может быть оценено состояние узлов трения: именно в масле накапливаются продукты износа функционирующих поверхностей. Известные в настоящее время методы диагностики масла обладают повышенной точностью, однако для их использования необходимо применение специализированного оборудования, что не всегда целесообразно при проведении контроля в условиях карьера.

В данной работе предложен метод диагностики состояния трансмиссионных систем, основанный на количественной оценке продуктов износа в масле. Исследование было проведено для карьерного экскаватора ЭКГ-20К, для которого после эксплуатации редукторов напора и подъёма были отобраны пробы масла ТАП-15.

Предложенный метод основан на улавливании ферромагнитных продуктов износа в масле с их последующей количественной оценкой. Воспроизводимость и объективность результатов исследования обеспечиваются путём разработки калибровочной шкалы, которая связывает получаемый аналитический отпечаток масла с массовой долей содержания в нём ферромагнитных продуктов износа. Шкала была получена на основе эталонных образцов, для которых были заранее известны массовые доли содержания примесей, имитирующих продукты износа. По получаемому отпечатку масла с использованием описанной шкалы может быть сделан вывод о реальном состоянии масла и его загрязнённости [1].

Использование метода для оценки состояния реальных проб масла позволила получить результаты, соответствующие лабораторным исследованиям, а также выявить различия в техническом состоянии оцениваемых редукторов. Так, по значению массовой доли содержания ферромагнитных частиц в масле было установлено, что отдельные узлы трансмиссии находятся в состоянии повышенного и прогрессирующего износа. Таким образом доказывается возможность использования метода оценки содержания ферромагнитных примесей для выявления интенсивности изнашивания.

Разработанный метод может быть использован непосредственно в процессе эксплуатации оборудования, что не требует привлечения дополнительных средств диагностики. В этом заключается его практическая значимость. Данные, полученные в процессе применения разработанного метода, могут быть использованы для оценки риска отказов, обоснования целесообразности регламентного технического обслуживания, а также в целях снижения рисков внезапных отказов. Целесообразно использовать данный метод в системах обслуживания по фактическому состоянию и предиктивного ТО.

О ВЛИЯНИИ КВАЛИФИКАЦИИ МАШИНИСТА НА НАДЕЖНОСТЬ ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ КАРЬЕРНОГО ЭКСКАВАТОРА

Эффективность и надежность ходового оборудования карьерного экскаватора в значительной степени зависит от квалификации машиниста.

Опытный машинист, обладающий глубокими и качественными знаниями конструкции, руководства по эксплуатации и систем управления экскаватором, способен продлить срок службы этих элементов.

Во-первых, опытный машинист умеет правильно выбирать режимы работы экскаватора в зависимости от горнотехнических условий, физико-механических свойств разрабатываемых горных пород и условий эксплуатации.

Во-вторых, квалифицированный машинист может оперативно среагировать на изменения в работе ходового оборудования, замечая посторонние шумы, вибрации и другие неисправности. Своевременное устранение таких неисправностей предотвращает их превращение в серьезные отказы, которые приводят к дорогостоящему ремонту и внеплановым простоям.

В-третьих, квалификация машиниста проявляется в соблюдении правил эксплуатации и в проведении своевременного технического обслуживания ходового оборудования, что в свою очередь увеличивает межремонтный период. Это включает в себя регулярную смазку, проверку натяжения гусениц, отчистку от грязи и камней.

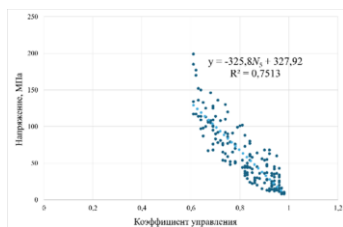


График зависимости напряжения от коэффициента управления

На рисунке представлен график зависимости напряжения в металлоконструкциях ходового оборудования карьерного экскаватора от коэффициента управления, который учитывает навыки и опыт машиниста экскаватора. С уменьшением коэффициента управления увеличивается напряжение металла в металлоконструкциях ходового оборудования. С увеличением напряжений и превышением допустимых значений будут развиваться трещины и увеличиваться количество неисправностей в элементах ходового оборудования.

Таким образом, квалификация машиниста — это комплекс знаний, навыков и умений, направленных на обеспечение безопасной и долговечной работы ходового оборудования карьерного экскаватора.

Список используемых источников

1. Макарова В. В. Повышение эффективности функционирования ходового оборудования карьерного экскаватора в условиях ПАО «Ураласбест»: специальность 2.8.8 «Геотехнология, горные машины»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Макарова Валерия Викторовна, 2024. – 197 с.

Гамаюнов С.Н. (AuthorID: 100391), **Гусева А.М.** (AuthorID: 635572),
Жигульская А.И. (AuthorID: 321760), **Зюзин Б.Ф.** (AuthorID: 712086),
Копенкина Л.В. (AuthorID: 350391)

ПОВЕРХНОСТНО-ПОСЛОЙНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПНИСТЫХ ТОРФЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ: КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СТАБИЛЬНОГО КАЧЕСТВА КРОШКИ

Разработка машин для поверхностно-послойного фрезерования пнистых торфяных залежей без корчевания актуальна для малых предприятий, осваивающих участки площадью до 100 га. Традиционная корчевка экономически нецелесообразна из-за высокой стоимости подготовительных работ и необходимости применения громоздкой техники. Совмещение процессов фрезерования торфа и погребенных пней исключает дополнительные операции, соответствует концепции адаптивной технологии и позволяет использовать один комплекс механизмов для разных условий работы.

Ключевая проблема — энергетический дисбаланс процессов. Удельный расход энергии на фрезерование торфа составляет 0,14–1,1 МДж/м³, тогда как для сырой древесины этот показатель достигает 12,6–14,4 МДж/м³, то есть в 87–175 раз выше. Средний удельный расход при совместном фрезеровании — 5,76 МДж/м³. Пространственная неоднородность распределения древесных включений создает переменные нагрузки, требующие специальных конструктивных решений.

Определен оптимальный фракционный состав крошки — 10–25 мм. Эта фракция обеспечивает ускоренную сушку в естественных условиях благодаря равномерному укладыванию частиц в 1–1,5 слоя и формированию пор оптимального размера для испарения влаги. При подаче на нож 0,015 м и использовании прямых ножей треугольного сечения достигается максимальный выход целевой фракции — 58,3%. Непрерывная режущая кромка по длине барабана обеспечивает однородность расстила и минимизирует образование мелочи. Обоснованы параметры фрезерного барабана: ширина захвата 4,5 м, диаметр по концам ножей 0,335 м, частота вращения 149 с⁻¹, окружная скорость по режущей кромке 25 м/с. Глубина фрезерования — 0,020 м, ширина рабочей части ножа — 0,025 м, количество рабочих элементов в плоскости резания — 6 единиц. Поступательная скорость агрегата — 2,14 м/с. Применение двухмоторного гидропривода повышает надежность при переменных нагрузках: второй мотор автоматически активируется при возрастании сопротивления резанию, например, при контакте с крупными пнями. Конструкция обеспечивает одновременное измельчение торфяной массы и древесных включений без предварительного корчевания. Древесная фракция размером не менее 10 мм подлежит последующей сепарации и утилизации в качестве местного топлива. Исключение операции корчевания снижает себестоимость продукции и повышает ресурсную эффективность технологии для предприятий малого бизнеса. Полученные параметры конструкции и режимов работы фрезы будут использованы при проектировании опытного образца, ориентированного на эксплуатацию в сложных горно-технологических условиях с переменными нагрузками и повышенной влажностью.

Курочкин А.И. (AuthorID: 684027), Рыбаков А.Н. (аспирант)

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

При строительстве и эксплуатации водоотливные установки рассчитываются исходя из требований нормативно-правовых актов и методических расчётов, но не учитывается фактический режим работы и срок эксплуатации карьера.

На начальных этапах разработки карьеров устанавливаются мощные водоотливные установки, рассчитанный на конец отработки, тем самым происходит нерациональное вложение материальных средств и неэффективное использование насосов и трубопроводов.

При использовании насосов большой мощности на начальных этапах строительства карьера приводит к нерациональному потреблению электроэнергии, которая составляет значимую статью расходов при эксплуатации карьера.

По существующим методикам определены характеристики внешних сетей и количественных значений постоянной всасывающего и напорного трубопроводов центробежных и погружных насосов.

Для сравнения расхода электроэнергии исследуемыми типоразмерами центробежных (Д, ЦНС) и погружных (ЛН, Flygt) насосов выполнено построение характеристик внешних сетей на графиках индивидуальных характеристик с определением рабочих точек, подтверждающих действительные параметры. Полученные действительные режимы работы центробежных и погружных насосов проверены на соответствие требованиям Федеральных норм и правил (ФНиП) (рис. 1).

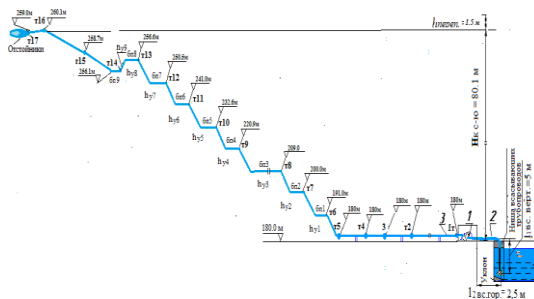


Рис. 1. Гидравлическая расчетная схема насосной установки с общими напорными трубопроводами с центробежным насосом типоразмера ЛН

Полученные результаты расчетов с расчетными количественными значениями расхода электроэнергии конкурентно способных насосов типа Д, ЦНС и погружных насосов типа ЛН и Flygt, приведенные в табличной форме показывают, что расход электроэнергии на водоотлив карьера насосами типоразмеров 1Д160-112 и ЦНС 300-120÷360 на 20% ниже[1].

Секция «Логистика и управление транспортными системами»

УДК 656.078.1:502.131.1

Осинцев Н.А. (AuthorID: 401461)

ЗЕЛЁНАЯ ЛОГИСТИКА В НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ОПРЕДЕЛЕНИЙ С 1999 ПО 2024 ГОДЫ

Зелёная логистика (анг. Green Logistics) относительно молодой термин, точное появление которого установить сложно. В зарубежных библиометрических обзорах обычно отмечают, что появление термина относится на начало 1990-х годов, однако не указываются ни авторы, ни конкретные научные труды. Интерес к зелёной логистике возрастает с каждым годом – если число публикаций в конце 90-х составляло 2-3 статьи в год, то в настоящее время этот показатель достигает нескольких тысяч статей в год [1]. По результатам выполненного анализа публикаций в базе Scopus нами установлено, что одними из первых термин «зелёная логистика» использовали D.S. Rogers и R.S. Tibben-Lembke в работе 1999 года «*Going Backwards*», как «попытку оценить и минимизировать экологическое воздействие от логистической деятельности» (стр. 258). За 25 летний период зелёная логистика сформировалась как одна из важнейшей концепцией в логистической деятельности со своими принципами, методами и практиками. Терминологический аппарат зелёной логистики постоянно совершенствуется, появляются новые понятия и определения. До сих пор в научной среде идут дискуссии о том, что понимать под зелёной логистикой.

Целью данной работы являлось всесторонний обзор научной литературы, связанной с концепцией зелёной логистики для понимания сущности термина «зелёная логистика», его эволюции в трудах учёных по всему миру и интеграции в логистическую деятельность на протяжении последних 25 лет. С использованием комплекса методов, включающего методологию PRISMA и контент анализа научных публикаций из базы Scopus, выявлено 56 оригинальных определения термина «зелёная логистика», выполнен мета-анализ всех определений, анализ наиболее часто используемых в определениях ключевых слов, исследованы эволюция термина и близкие по значению термины. Установлена связь с аспектами концепции устойчивого развития и функциональными областями логистики. Для понимания этимологии термина «зелёная логистика» предложена группировка существующих определений по 4 признакам (способ представления, форма изложения, авторство и способ цитирования). Перечисленные признаки позволяют понять процесс формирования определения, его оригинальность, сущность и специфику использование в контексте исследования. Полученные результаты уточняют понятие и области использования термина «зелёная логистика» в научной литературе по всему миру и являются основой для дальнейших исследований логистических систем различного типа, таких как зелёные цепи поставок и зелёные сети поставок.

Список используемых источников

1. Систематический обзор исследований в области зелёной и устойчивой логистики / Н. А. Осинцев, А. Н. Рахмангулов // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2024. – № 68. – С. 7-39. – DOI 10.17223/19988648/68/1. – EDN NHAMDL.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ПЕРЕВОЗКИ

Мультимодальная перевозка характеризуется сложной организационной структурой, формируемой взаимодействием значительного количества участников транспортного процесса. К ним относятся отправитель и получатель груза, оператор перевозки, перевозчики задействованных видов транспорта. Помимо их к сопровождению перевозки могут быть привлечены операторы подвижного состава и терминалов, страховые и финансовые организации, таможенные брокеры и другие вспомогательные участники. Это формирует среду, в которой участники руководствуются собственными интересами и мотивами, реализуя их через различные цели по отношению к другим участникам [1].

Полицентричность среды основана многофакторностью целей участников. Определённые цели участников являются общими, примером является стремление всех участников сократить величину транспортных затрат и обеспечить сохранность перевозимых грузов. Другие цели могут совпадать, но при выполнении определённых условий. Например, логистическая компания может предоставлять скидку грузоотправителю за использование мультимодальной технологии, но при условии их долгосрочного сотрудничества. Наконец, цели могут быть и разнонаправленными: так, грузоотправители заинтересованы в снижении затрат и надёжности доставки, а владельцы транспортной инфраструктуры при расчете тарифов ориентированы на повышение рентабельности активов.

Поведение участников зависит от выбранного ими типа взаимодействия. Обособленное поведение ориентирует участников на получение только собственной выгоды, без учёта интересов других. При ином взаимодействии – кооперации, участники сознательно готовы сотрудничать, объединяя усилия для достижения общих целей. Так, грузоотправитель и перевозчик могут финансировать разработку единой цифровой платформы с целью оптимизации планирования, а владелец инфраструктуры заключить с логистической компанией соглашение о совместном использовании терминала для снижения затрат для обоих.

Наконец, при кооперации повышается организационная сложность из-за необходимости согласования правил, регламентов и действий между независимыми участниками. Опасение передачи данных другим субъектам и возникающая зависимость от партнёров, а также различия в стандартах и процедурах, увеличивают риски координации, в результате чего несформировавшееся сотрудничество приводит к потерям для всех.

Представленная проблема обосновывает необходимость поиска баланса между индивидуальной выгодой и коллективной эффективностью на основе анализа отношений и взаимодействия участников мультимодальной перевозки.

Список используемых источников

1. Критерии устойчивости контрейлерной системы / А. В. Цыганов, Н. А. Осинцев, А. Н. Рахмангулов, А. А. Зенкин // Мир транспорта. – 2023. – Т. 21, № 5(108). – С. 126-134. – DOI 10.30932/1992-3252-2023-21-5-14. – EDN KQUPUN.

ОПИСАНИЕ ОТНОШЕНИЙ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ПЕРЕВОЗКИ

Организационная структура мультимодальной перевозки формируется в результате кооперации множества независимых участников. Каждый субъект, принимающий решения, преследует собственные цели, которые зачастую вступают в конфликт с интересами других участников. Для эффективного функционирования логистической цепи в таких условиях необходима согласованность работы отношений и взаимодействия между участниками.

Отношения между участниками мультимодальной перевозки формируются юридическими, договорными и финансовыми инструментами, определяющими роли, ответственность и поведение всех участников (отправителя, экспедитора, перевозчика, получателя, оператора терминала и пр.). Данная совокупность представляет собой формальную (институциональную) основу, устойчивость которой определяется полнотой правовой базы, однозначностью обязательств, а также прозрачностью распределения рисков и финансовых потоков. Цель функционирования отношений – минимизация транзакционных издержек, возникающих вследствие рисков недоверия и потенциальных конфликтов между участниками.

Взаимодействие между участниками обеспечивает технологическое исполнение институциональных правил, являясь операционной (функциональной) основой транспортного процесса. Данное взаимодействие реализует управление логистическими потоками, а также координирует действия участников. Эффективность измеряется бесперебойностью и согласованностью этих процессов. Целью функционирования взаимодействием является минимизация операционных издержек и достижение плановых показателей качества перевозки.

В условиях, когда участники автономны и преследуют частные интересы, необходимость синхронизации отношений и взаимодействия обусловлена системным риском. Отсутствие чётких соглашений, однозначного распределения ответственности и прозрачной финансовой отчётности нарушает операционную деятельность, то есть приводят к дисфункции операционных процессов при несовершенстве формальной основы.

С другой стороны, детализированные правовые нормы и юридические соглашения утрачивают практическую значимость при отсутствии отлаженных процедур взаимодействия, координации и информационного обмена между участниками. В результате – возникает невостребованность формальных договоренностей при неслаженности операционной основы.

Таким образом, согласованность отношений и взаимодействия участников обеспечивает ситуацию, в которой юридические соглашения напрямую поддерживают и регламентируют практические действия, а те, в свою очередь, выполняются в рамках установленных правил. Это является необходимым условием трансформации множества частных интересов в достижение общего логистического результата.

Корнилов С.Н. (AuthorID: 637974), Фридрихсон О.В. (AuthorID: 658312),
Коваленко В.В. (магистр)

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ МОНОГОРОДОВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Современная урбанизация требует переосмысления роли транспорта в моногороде для обеспечения устойчивого развития и привлечения инвестиций. Цель исследования – выявить барьеры и перспективные направления модернизации транспортной системы. Задачи: анализ транспортной нагрузки, оценка влияния инфраструктуры на социально-экономическое развитие, разработка мер по модернизации.

Методология исследования включала различные виды анализа (классификационный, сравнительный, индексный, статистический, GIS- и GPS-анализ). Эмпирической базой послужили данные по моногородам Челябинской области, где наблюдается выраженная маятниковая миграция, создающая нагрузку на транспортную сеть. Степень износа подвижного состава остается высокой, несмотря на положительную динамику по обновлению [2]. Внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) показало повышение пропускной способности дорог [5]. Анализ Индекса комфортности городской среды (ИКГС) выявил недостатки в покрытии маршрутной сети, отсутствии выделенных полос и доступности для маломобильных групп населения [4]. Корреляционный анализ показал прямую связь между уровнем транспортной доступности и инвестиционной привлекательностью, занятостью населения и удовлетворённостью уровнем жизни.

Результаты исследования подтверждают ключевую роль транспортной системы не только для мобильности, но и для экономической диверсификации. Развитие транспортной инфраструктуры напрямую связано с ростом инвестиционной привлекательности и социальной стабильности [1, 3, 6].

Список использованных источников

1. Региональное развитие и региональная политика России в переходный период / Под общей ред. С.С. Артоболевского и О.Б. Глезер. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.
2. Федеральная служба государственной статистики. Наличие основных фондов и степень износа. 2023.
3. Официальный сайт Фонда развития моногородов. URL: <https://monogorod.ru/>
4. Методика расчёта индекса комфортности городской среды. — М.: Минстрой России, ДОМ.РФ, 2023.
5. Душкин Р. В. Интеллектуальные транспортные системы. – М.: ДМК Пресс, 2020.
6. Рахмангулов, А. Н. Выбор направления совершенствования систем светового регулирования транспортных потоков в городах / А. Н. Рахмангулов, М. Г. Ломакина // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2017. – Т. 7, № 1. – С. 27-34. – DOI 10.18503/2222-9396-2017-7-1-27-34. – EDN УМКСИС.

Корнилов С.Н. (AuthorID: 637974), **Шапшова Н.В.** (магистр)

НАПРАВЛЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Рынок автоперевозок в России продолжает оставаться динамичным и значимым сектором экономики. С одной стороны, на него влияют экономические процессы и внутренние изменения, с другой - осуществляется внедрение новых автоматизированных продуктов в этой сфере. Несмотря на ряд глобальных вызовов, таких как международные санкции и изменения в законодательстве, рынок грузоперевозок демонстрирует стабильный рост и адаптацию к новым условиям. Текущие тенденции включают в себя расширение географии маршрутов, увеличение объема грузоперевозок, а также активное использование цифровых решений и информационных технологий для оптимизации процессов.

Цифровые решения и информационные технологии — один из самых обсуждаемых и быстрорастущих сегментов экономики в 21 веке, который проникает практически во все сферы бизнеса, становясь драйвером развития как отрасли в целом, так и транспортных предприятий. В результате проведенного анализа был выявлен ряд технологических трендов, способных оптимизировать систему работы автотранспортных предприятий.

1. **BLOCKCHAIN** - компании-грузоперевозчики могут использовать технологию для упрощения транзакций и повышения прозрачности цепочки поставок.

2. **BIG DATA** - в целях извлечения нужной информации участники рынка разрабатывают и внедряют технологии для обработки больших объемов данных.

3. Транспортные логистические платформы - позволяют автоматизировать полный цикл заказа грузоперевозки от поиска перевозчика, до оформления необходимых документов. Включая в себя основные возможности управления перевозками, системы подходят для автотранспортных предприятий различного масштаба и обеспечивают сквозной процесс транспортной логистики.

4. Беспилотные транспортные средства - применение позволит компании снизить расходы на транспортировку, решить проблему «последней мили» и повысить безопасность на транспорте.

Применение современных технологий позволяют автоматизировать и упростить многие процессы работы автотранспортных предприятий. В частности, сократить издержки, повысить рентабельность бизнеса и улучшить качество предоставляемых услуг. Выявленные направления в существующих условиях являются реальностью для крупных компаний на рынке автоуслуг. Со временем данные технологии станут доступными для среднего и малого бизнеса, что позволит вывести их также на новый уровень.

Список используемых источников

1. Развитие информационных технологий [Электронный ресурс]//Национальный открытый университет ИНТУИТ/Информационно-аналитический портал. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/13833/1230/lecture/24057>.

2. Рынок грузоперевозок 2017: анализ и перспективы/АвтоТранИнфо. – Режим доступа: <http://ati.su/Media/Article.aspx?ID=5629&HeadingID=13>.

Кеня Е.А. (студент)

АНАЛИЗ ЗЕЛЁНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛОГИСТИКЕ 5.0

Логистика 5.0 рассматривается как современная модель управления цепями поставок, в которой технологическое развитие используется для достижения расширенного набора целей. Она основана на интеграции передовых технологий, таких как: интернет вещей, искусственный интеллект, большие данные, робототехника, цифровые двойники и др. с акцентом на устойчивое развитие – достижение баланса экономических, социальных и экологических целей при выполнении логистических операций. В отличие от Логистики 4.0, которая соответствует Индустрии 4.0, Логистика 5.0 необходима для создания устойчивых логистических экосистем в рамках Индустрии 5.0. В Логистике 5.0 принятие решений основано на анализе большого объема данных и адаптивном управлении в реальном времени для обеспечения эффективных и гибких операций, динамичного реагирования на экологические и социальные потребности. Это достигается за счёт интеллектуального управления цепями поставок, автоматизации и децентрализованного принятия решений, интеграции физической инфраструктуры с сетями данных и социальными системами [1].

Целью исследования является анализ возможностей реализации существующих зелёных практик [2] в соответствии с принципами и технологиями Логистики 5.0. Для достижения данной цели необходимо дать ответы на следующие исследовательские вопросы:

1. Какие основные принципы, методы и технологии формируют основу концепции «Логистика 5.0»?
2. Какие внешние и внутренние факторы при управлении цепями поставок являются барьерами для перехода от Логистики 4.0 к Логистике 5.0?
3. Какие индикаторы целесообразно использовать для оценки эффективности реализации зелёных технологий в Логистике 5.0?
4. Какие компании успешно реализуют зелёные практики и решения в рамках концепции «Логистика 5.0»?

Учитывая ограничения существующей литературы по Логистике 5.0 на первоначальном этапе исследования планируется выполнение систематического литературного обзора по публикациям из наукометрической базы Scopus.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-11-00164, <https://rscf.ru/project/23-11-00164/>

Список использованных источников

1. Bebronne E., Limbourg S. Logistics 5.0 for Public Lighting Systems: Research Agenda // IFAC Papersonline. – 2025. – № 59(10). – p. 823-828.
2. Осинцев Н. А. «Зелёная» логистика в России и за рубежом: обзор лучших практик / Н. А. Осинцев, А. Н. Рахмангулов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 3(71). – С. 120-134. – DOI 10.6084/m9.figshare.14134280.v1. – EDN XZOBKX.

Работа выполнена под научным руководством проф., д-ра техн. наук Осинцева Н.А. (AuthorID: 401461)

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТРАСЛИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК

Цифровая трансформация транспортно-логистической отрасли в России в настоящее время имеет стратегическое значение и характеризуется стадией активного внедрения и масштабирования. К 2030 году планируется, что цифровые технологии будут интегрированы в ключевые процессы управления цепями поставок: от применения искусственного интеллекта при оптимизации цепей поставок до интеграции национальных цифровых платформ с глобальными и т.д. [1]. Темпы внедрения цифровых технологий снижают различные барьеры: нормативно-правовые, институциональные, кадровые, технико-технологические и финансово-экономические, а также неравномерность развития цифровой инфраструктуры [1, 2]. Среди основных рисков особо выделяют высокие требованиями к информационной безопасности в данной отрасли, зависимость от внешних технологических партнеров, проблемы с внедрением 5G [2].

В настоящее время для оценки рисков и преимуществ цифровой трансформации транспортно-логистической отрасли активно применяется моделирование структурными уравнениями (SEM), в частности метод частичных наименьших квадратов (PLS-SEM). Применение PLS-SEM в исследованиях цифровизации логистики включает пошаговый процесс моделирования сложных взаимосвязей между цифровыми технологиями (IoT, AI, Big Data и др.), процессами цепей поставок и ключевыми исходами (эффективность, адаптивность и т.д.). Исследования с использованием SEM подтверждают положительное влияние цифровых технологий на интеграцию, гибкость, устойчивость и производительность цепей поставок, но подчеркивают учет рисков. Метод используется также для проверки гипотез, как влияния различных факторов (социальных, экологических и т.д.) на управление цепями поставок, так и наоборот. Например, в работе [3] установлено, что технологические и человеческие факторы усиливают положительный эффект от цифровизации цепей поставок, но низкая грамотность повышает риски информационной безопасности. В России, учитывая барьеры в транспортно-логистической отрасли, применение SEM перспективно для моделирования роста показателей логистической эффективности при внедрении цифровых технологий.

Список используемых источников

1. Стратегическое направление в области цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 3 ноября 2023 г. № 3097-р / Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (дата обращения: 05.11.2025).
2. Цифровая трансформация транспортно-логистической отрасли Российской Федерации: тренды, вызовы, решения, технологии / Аналитика DTLA. – URL: <https://www.dtl.ru> (дата обращения: 07.11.2025). – Текст : электронный.
3. Nguyen, H., Dang, H., Nguyen, A., Nguyen, H., Nguyen, P. Evaluating Digital Transformation Risks in Logistics and Supply Chain Management with PLS-SEM-ANN-fsQCA // Emerging Science Journal. – 2025. – Vol. 9. – P. 3288–3318.

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ ДОСТАВКИ ТОВАРОВ ИЗ КИТАЯ В РОССИЮ

В последнее десятилетие экономические и торговые отношения России и Китая показывают устойчивую динамику развития [1]. Однако в результате введения санкционных ограничений и перестройки международных торговых связей деятельность малого и среднего бизнеса в Российской Федерации значительно усложнилась. Существенный рост транспортных расходов, изменение условий таможенного оформления и сокращение традиционных логистических маршрутов привели к увеличению затрат на импортируемую продукцию. В сложившихся экономических условиях предприниматели вынуждены адаптироваться к новым реалиям и искать способы снижения издержек. В связи с этим все более широкое распространение получают неофициальные схемы доставки товаров из Китая в Россию, направленные на сокращение финансовых и временных затрат. Вместе с тем использование подобных механизмов сопровождается повышенным уровнем правовой неопределённости и риском финансовых потерь.

Цель настоящей работы – комплексное исследование способов доставки товаров из Китая в Россию и разработка рекомендаций по выбору оптимальной схемы доставки. Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- Анализ основных схем доставки импортных товаров, а также изучение специфики «белых» и «серых» схем доставки в системе внешнеэкономической деятельности.
- Анализ нормативно-правовой базы реализации различных схем доставки импортных товаров, оценка правовых последствия применения неофициальных способов импорта и связанные с ними риски нарушения таможенного и налогового законодательства.
- Анализ структуры затрат различных схем доставки товаров.
- Исследование особенностей функционирования современных логистических каналов между Китаем и Россией в условиях внешнеэкономических ограничений.
- Обоснование критериев выбора схемы доставки импортных товаров.
- Разработка практических рекомендаций по выбору оптимальной схемы импорта товаров из Китая в Россию с позиции субъектов малого и среднего предпринимательства.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-11-00164, <https://rscf.ru/project/23-11-00164/>

Список использованных источников

1. Воронина А.Б. Оценка персонала российско-китайской компании с использованием метода АНР / А.Б. Воронина, Н.А. Осинцев // Недропользование и транспортные системы. – 2022. – Т. 12, № 1. – С. 11-22. – DOI 10.18503/SMTS-2022-12-1-11-22. – EDN GOKISS.

Работа выполнена под научным руководством проф., д-ра техн. наук Осинцева Н.А. (AuthorID: 401461)

Чучкова К.С. (студент)

СОКРАЩЕНИЕ ВЫБРОСОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПРИ ПЕРЕХОДЕ СКЛАДА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНУЮ ТЕХНИКУ

Снижение антропогенного воздействия на окружающую среду является важнейшей общегосударственной задачей, решение которой в настоящее время основывается на использовании концепции устойчивого развития и ESG-принципов. Деятельностью многих компаний по всему миру доказана эффективность, необходимость и перспективность использования зелёных практик [1], основанных на интеграции принципов устойчивого развития в логистическую деятельность. Интерес инвесторов к логистическому сектору остаётся высоким, наблюдается рост цен на аренду складских помещений и увеличение спроса на склады «последней мили».

Как элементы как транспортно-грузовых систем [2] или цепей поставок, склады вносят значительный вклад в рост выбросов парниковых газов (около 11% от общих выбросов), являются основными потребителями электрической и тепловой энергии. Выбор экологически чистого погрузочно-разгрузочного и складского оборудования на складах является в настоящее время актуальной задачей, решение которой позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду. Поэтому целью настоящей работы является разработка методики оценки эффективности перехода склада на электрическую погрузочно-разгрузочную технику. Основными задачами являются:

1. Анализ рынка моделей электропогрузчиков, их основных параметров и оценка возможности использования для различных типов складов [2].
2. Обоснование комплекса показателей выбора электропогрузчика для склада.
3. Разработка методики выбора электропогрузчика с использованием методов многокритериального анализа.
4. Разработка имитационной модели работы склада с электропогрузчиками.

Использование имитационной модели позволит установить зависимости выбросов углекислого газа в окружающую среду от эксплуатации различных моделей электропогрузчиков при выполнении погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских операций.

Список использованных источников

1. Осинцев Н. А. «Зелёная» логистика в России и за рубежом: обзор лучших практик / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 3(71). – С. 120-134. – DOI 10.6084/m9.figshare.14134280.v1. – EDN XZOBKX.
2. Организация перевозок и управление на транспорте. Технология / А.С. Довженок, С.Н. Корнилов, Л.В. Лабунский [и др.]. Том Часть 2. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2010. – 176 с. – ISBN 978-5-9967-0153-7. – EDN RXYOQZ.

Работа выполнена под научным руководством проф., д-ра техн. наук Осинцева Н.А. (AuthorID: 401461)

Фридрихсон О.В. (AuthorID: 658312), **Панченко О.О.** (магистр),
Логунов И.В. (доц.каф.ЛиУТС)

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛОГИСТИКИ ОБРАТНЫХ ПОТОКОВ

Логистика обратных потоков – управление движением товаров, упаковки и материалов от потребителя к производителю или пункту переработки – эволюционирует из второстепенной операции в стратегический инструмент создания конкурентного преимущества и обеспечения циркулярной экономики [1]. Согласно прогнозам, экономика замкнутого цикла, где логистика возвратных потоков играет ключевую роль, откроет 3,66 трлн евро новой стоимости к 2030 г. Между тем, развитие этого сегмента сдерживается множеством барьеров организационного, финансового и нормативного характера [2].

Наиболее мощный экономический стимул – прямое снижение операционных издержек. Компании, оптимизирующие обратные потоки через консолидацию грузов снижают транспортные расходы на 20–30% [3]. Кроме того, возвращённые товары содержат скрытую стоимость: при надлежащей обработке компании могут восстановить до 65% первоначальной стоимости возвращённых предметов.

Россия активно внедряет собственную систему EPR (Extended Producer Responsibility): Федеральный закон № 495-ФЗ от 28 декабря 2025 г. продлил пилотный проект до 1 января 2028 г., установив обязательные требования к управлению обратными потоками для импортёров из стран вне ЕАЭС. Это создаёт стимул для российских логистических компаний развивать специализированные сервисы и инвестировать в инфраструктуру обработки возвратов.

Возвраты в e-commerce генерируют примерно 24 млн тонн CO₂ ежегодно на глобальном уровне; упаковка возвратов и транспортировка составляют 75% выбросов парникового газа, связанных с возвратом. Одновременно 66% потребителей выражают желание совершать более устойчивые покупки, создавая рыночный спрос на компании, демонстрирующие экологическую ответственность.

Системы управления возвратами (RMS) с AI способны прогнозировать объёмы возвратов, выявлять проблемные категории товаров и предлагать целевые действия, сокращая время обработки на 30–50%. Цифровые двойники демонстрируют особую эффективность: компании, использующие эту технологию, сокращают среднее время цикла возврата с десяти дней до шести, а общее время обработки на 40%.

Список используемых источников

1. Бейсенбаев, Р. М. Обратная логистика: сущность и внутренние потоки / Р. М. Бейсенбаев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2020. – Т. 14, № 1. – С. 168-174. – DOI 10.14529/em200116. – EDN VULY CZ. УДК 656.078
2. Лазарев, В. А. Реверсивная логистика - логистика возвратных и обратных потоков / В. А. Лазарев, И. А. Кулькова // Управленец. – 2014. – № 5(51). – С. 48-51. – EDN SYDXXX.
3. Букринская, Э. М. Реверсивная логистика : учебное пособие / Э. М. Букринская. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2017. – 78 с. – ISBN 978-5-7310-4088-4. – EDN YMISDN.

Фридрихсон О.В. (AuthorID: 658312), **Актаева Р.Р.** (магистр),
Пыгалева О.А. (AuthorID: 554935)

ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВА АНТИХРУПКОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ К ВНЕШНИМ И ВНУТРЕННИМ ШОКАМ

Современные логистические системы работают в условиях беспрецедентной волатильности. В 2024 г. глобальные цепи поставок столкнулись с 38% ростом нарушений, вызванных геополитическими конфликтами, кибератаками и экономической нестабильностью. Если традиционный подход к риску – минимизация ущерба и восстановление до исходного состояния – уже недостаточен, то логистические системы должны переходить от резильентности к антихрупкости (способности извлекать выгоду из потрясений).

Антихрупкость, в отличие от устойчивости, означает, что система активно учится от шоков, становится сильнее благодаря хаосу. Этот принцип применим как к внешним шокам – геополитическим, природным, техногенным, кибератакам и др., так и к внутренним [1, 2].

Ключевые механизмы формирования антихрупкости включают четыре элемента. Первое – диверсификация и опциональность: мультисорсинг поставщиков в разных регионах, альтернативные маршруты, избыточные мощности [3]. Второе – модульность и децентрализация: отдельные цепи по регионам, независимые операционные модули предотвращают каскадные отказы [4]. Третье – видимость и AI: применение цифровых двойников и предиктивной аналитики выявляют скрытые уязвимости через симуляцию тысяч сценариев. Четвёртое – стресс-тестирование: регулярное моделирование сбоев обучает команды и выявляет критические звенья без риска реального ущерба.

Создание резервов, дублирование элементов системы, наличие страховых запасов – традиционные инструменты антихрупкости – генерируют дополнительные затраты в нормальных условиях, что входит в противоречие с теорией логистики, но становятся инвестицией в выживаемость и рост при возникновении шоков.

Список используемых источников

1. Поляков, А. Н. Антихрупкость как элемент методологии менеджмента риска / А. Н. Поляков // Управление финансовыми рисками. – 2020. – № 3. – С. 232-240. – EDN NPXKAK.
2. Жидиков, В. В. Теория «черного лебедя» и концепция «антихрупкости» с позиций управления рисками и неопределенностью / В. В. Жидиков, А. А. Хачатрян // Самоуправление. – 2021. – № 2(124). – С. 241-246. – EDN FATOQA.
3. Интегрированные системы менеджмента: теория и практика обеспечения «антихрупкости» и устойчивости на основе резилиенс-моделей управления / Л. И. Бирюкова, Т. В. Глухова, Ю. Р. Палькина // Лидерство и менеджмент. – 2022. – Т. 9, № 4. – С. 971-984. – DOI 10.18334/lm.9.4.116938. – EDN BSBQCT.
4. Степченкова, О. С. Антихрупкость или устойчивость: перспективы для экономической безопасности России / О. С. Степченкова // Вестник факультета управления СПбГЭУ. – 2023. – № 16. – С. 99-106. – EDN SKEUQK.

Фридрихсон О.В. (AuthorID: 658312), **Гильфанов М.В.** (магистр),
Пыгалева О.А. (AuthorID: 554935)

РОЛЬ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ В ДОСТИЖЕНИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ДФО

Транспортно-логистическая отрасль выступает критической осью стратегического развития Дальневосточного федерального округа (ДФО), характеризую геополитическую переориентацию России на Азию [1]. Исторически ориентированный на европейские рынки через Транссиб и БАМ, ДФО находится на этапе переосмысления своей роли как главного хаба для торговли России и КНР.

Открытие новых транспортных коммуникаций и рост грузопотоков через пограничные переходы ДФО (10,8 млн тонн за январь-июль 2025 г.) демонстрируют перенаправление 72% российского экспорта на азиатские рынки. Логистика становится инструментом преодоления исторического дефицита инфраструктуры и закрепления населения за счёт создания высокооплачиваемых рабочих мест в ДФО, что соответствует стратегической цели достижения среднероссийского уровня развития [2, 3].

Пять новых международных территорий опережающего развития (МТОР), планируемых к запуску в 2025-2026 гг., будут сосредоточены на производстве высокотехнологичных товаров и оптимизации транспортных коридоров. МТОР предоставляют налоговые льготы, упрощённые таможенные процедуры и доступ к ключевой инфраструктуре.

Инвестиции в логистику ДФО достигли 24 млрд рублей в 2025 году. Транспортно-логистическая инфраструктура ДФО интегрирует регион в экономический коридор КНР – Монголия – РФ, обеспечивая устойчивые каналы сбыта российской продукции и диверсификацию региональной экономики от сырьевой к высокотехнологичной. Логистика ДФО преобразуется из вспомогательной функции в стратегический инструмент национальной безопасности, экономического роста и интеграции России в рынки АТР, определяя конкурентоспособность страны в условиях новой геополитической реальности.

Список используемых источников

1. Костина, Е. Ю. Стратегия развития человеческого капитала Дальнего Востока России / Е. Ю. Костина, Н. А. Орлова // *Власть и управление на Востоке России*. – 2022. – № 3(100). – С. 184-193. – DOI 10.22394/1818-4049-2022-100-3-184-193. – EDN BCSXNS.
2. Колесникова, О. С. Регионы Дальнего Востока России: тенденции и проблемы социально-экономического развития / О. С. Колесникова // *Региональные проблемы преобразования экономики*. – 2019. – № 8(106). – С. 88-96. – DOI 10.26726/1812-7096-2019-8-88-96. – EDN RJXVJR.
3. Грицко, М. А. Социально-демографические параметры Дальнего Востока России в условиях реализации документов стратегического развития / М. А. Грицко // *Власть и управление на Востоке России*. – 2021. – № 2(95). – С. 36-46. – DOI 10.22394/1818-4049-2021-95-2-36-46. – EDN VELQQU.

ДОСТАВКА «ПОСЛЕДНЕЙ МИЛИ» В ЛОГИСТИКЕ И ЦЕПЯХ ПОСТАВОК: ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ

Логистика «последней мили» (Last-mile Logistics – LML) играет важную роль в современных цепочках поставок, напрямую влияя на операционные затраты, эффективность и удовлетворённость клиентов. Необходимость адаптации к меняющимся ожиданиям клиентов и общества, растущей конкуренции и стремительному развитию современных технологий, требует от компаний гибкости, особенно на заключительных этапах процесса доставки. Несмотря на свою важную роль в обеспечении своевременной доставки конечным потребителям, LML считается дорогим и неэффективным сегментом логистической цепочки – затраты на LML могут достигать 35-53% от общей стоимости всех логистических услуг, включая в себя обработку посылок, топливо и обслуживание транспорта, оплата труда курьеров, дорожные сборы и штрафы, технологии. Помимо финансовой нагрузки, LML повышает экологическую нагрузку в городах, может быть источником негативных взаимоотношений с клиентами, влияя на удовлетворённость и лояльность клиентов.

Целью работы являлся анализ обзорных журнальных статей из базы Scopus в области доставки последней мили для выявления основных направлений развития и пробелов в исследованиях. По результатам поискового запроса в базе Scopus [Article title] («Last mile») AND [Article title] («Review») AND [Article title, Abstract, Keywords] («Logistics») OR [Article title, Abstract, Keywords] («Supply chain») и использования методологии PRISMA были отобраны 47 обзоров с открытым доступом к текстам статей, выполнен библиометрический и контент-анализ публикаций. В качестве основных показателей использованы: количество публикаций по годам, показатели цитируемости, анализ ключевых слов, категоризация содержания.

Результаты анализа позволили сформировать основные области исследований:

- способ доставки (собственная, логистика третьей стороны, самовывоз);
- логистические технологии и процессы LML;
- типы транспортных средств, используемых в LML (8 категорий);
- решения и инновационные технологии доставки LML (15 категорий);
- научные методы/подходы, используемые в исследованиях по LML;
- индикаторы оценки эффективности LML;
- барьеры и драйверы LML;
- научные концепции и теории, как основа развития LML (Индустрия 4.0,

Устойчивое развитие, Теория жизненного цикла продукции, Зелёная логистика/Управление зелёными цепями поставок).

В каждой области выявлены основные направления исследований, пробелы, выполнен анализ количественных и качественных показателей, а также определены перспективные направления развития LML в будущем.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-11-00164, <https://rscf.ru/project/23-11-00164/>

Галкин А.В. (AuthorID: 224642), **Пряхин В.А.** (аспирант),
Пыгалева О.А. (AuthorID: 554935)

ТРАНСФОРМАЦИЯ РОЛИ ЛОГИСТИКИ В ФОРМИРОВАНИИ НОВОЙ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ЦЕННОСТИ

Современная логистика находится в состоянии глубоких структурных противоречий, требующих переосмысления подходов к измерению её ценности. Классическая парадигма ориентирует логистику к минимизации затрат, однако это порождает вторичные проблемы: логистический сектор генерирует 23% глобальных выбросов CO₂, а снижение издержек стимулирует спрос и увеличивает общее негативное воздействие на окружающую среду [1, 2] Одновременно геополитическая нестабильность 2020–2025 гг. вынуждает компании переходить с глобальных на региональные цепи поставок, усиливая необходимость переоценки оптимизационных моделей.

Логистика преобразуется из инструментария минимизации издержек в систему создания интегральной ценности, охватывающей экономические, социальные, технологические, экологические и потребительские аспекты: экономическая эффективность дополняется социальной справедливостью (создание рабочих мест, региональное развитие), ускорением технологических инноваций (AI, Digital Twins, блокчейн), экологической устойчивостью (сокращение CO₂, экономика замкнутого цикла) и потребительской ценностью (надёжность, гибкость, прозрачность). Традиционный подход управляет точностью поставок и ценой; современная парадигма признаёт, что каждая компонента ценности взаимодействует с другими, создавая синергию в системе.

Логистика становится архитектором сбалансированного развития, где каждое решение учитывает интересы всех стейкхолдеров – от производителей и участников транспортного рынка до потребителей и окружающей среды [3]. Эта парадигма требует пересмотра метрик: вместо одномерного показателя затрат компании принимают многомерную оценку через весовые коэффициенты, адаптируя приоритеты к своей стратегии и отрасли.

Список используемых источников

1. Новиков, К. Новый метод синергии потока создания ценности, цепей поставок и процессов для современных бережливых производственных систем / К. Новиков // Логистика. – 2017. – № 1(122). – С. 34-39. – EDN XWVJFJ.
2. Мурукина, А. Д. Роль функционально-стоимостного инжиниринга в создании ценности нового продукта / А. Д. Мурукина, М. А. Прилуцкая // Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта: сборник статей, Екатеринбург, 16 декабря 2020 года / Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2021. – С. 170-171. – EDN QGRBQS.
3. Лыщикова, Ю. В. Концепция комбинированной стоимости как новый подход к созданию и измерению ценности / Ю. В. Лыщикова // Теория и практика общественного развития. – 2021. – № 1(155). – С. 83-87. – DOI 10.24158/tpor.2021.1.13. – EDN ZGVXJI.

Галкин А.В. (AuthorID: 224642), **Баскаков В.О.** (аспирант),
Логунов И.В. (доц. каф. ЛиУТС)

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Логистический сектор достиг беспрецедентного масштаба – 10,17 трлн долл. США в 2024 г., более 200 млн рабочих мест. Органический рост тем не менее привел к возникновению противоречия, разрешение которого определит вектор развития отрасли. С одной стороны, успех измеряется снижением издержек и ускорением доставки, с другой, именно эта оптимизация «до минимума» создаёт хрупкие системы, где малейшее возмущение вызывает каскадный коллапс. Цифровизация логистики предлагает выход из этого парадокса – не через дальнейшую минимизацию операционных издержек, а через трансформацию в системы, способные одновременно быть эффективными и устойчивыми, предикативными и адаптивными.

Правительство России утвердило национальную стратегию ИИ до 2030 г. с «дорожной картой» развития более 60 перспективных технологий, что предусматривает государственную поддержку разработчиков и механизмы стимулирования внедрения технологий ГИИ, Интернета-вещей, цифровых двойников, обработки больших данных, квантовых вычислений и др. Корпоративный сектор экономики одним из первых осознал перспективность цифровизации как фактора конкурентоспособности: ОАО «РЖД» реализовала 28 систем, использующих технологии ГИИ, в том числе: речевые сервисы, системы компьютерного зрения, системы предикативной диагностики и др. ОАО «Трансконтейнер» внедрил в свою деятельность цифровые каналы продаж, CRM, BPM-мониторинг, AI-контейнерные терминалы, кросс-холдинговые сервисы и др. Компании инвестируют в отечественные ИТ-решения обеспечивая стратегическую технологическую независимость.

Логистика обладает уникальными качествами полигона для апробации технологий: масштабные объёмы данных, быстрая валидация результатов, измеримый ROI. Однако для реализации потенциала требуется триада: развитая цифровая инфраструктура, подготовленные кадры, отраслевая нормативная база.

Список используемых источников

1. Абидов, М. Х. Перспективы развития логистики в условиях цифровизации / М. Х. Абидов, Ф. Н. Исмаилова // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. – 2021. – № 1. – С. 20-26. – DOI 10.24412/2412-2025-2021-1-20-26. – EDN HPHENC.
2. Ларин, О. Н. Основные приоритеты цифровизации в транспортной логистике / О. Н. Ларин, Ю. Д. Буш // Россия: Тенденции и перспективы развития: Ежегодник, Москва, 20–21 декабря 2018 года / Ответственный редактор В.И. Герасимов. Том Выпуск 14, Часть 1. – Москва: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2019. – С. 525-527. – EDN YNBVDZ.
3. Силкина, Г. Ю. Современные тренды цифровизации логистики / Г. Ю. Силкина, В. В. Щербаков. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 237 с. – ISBN 978-5-7422-6409-5. – EDN DJAGNI.

Галкин А.В. (AuthorID: 224642), Слободонюк Д.Д. (AuthorID: 1238085),
Логунов И.В. (доц.каф.ЛиУТС)

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ

В российской металлургии, химической промышленности и горнодобывающих комплексах свыше 85% межцеховых перевозок осуществляется ж/д транспортом. Внутривзаводской железнодорожный транспорт, работая по единому технологическому процессу со станциями примыкания, обеспечивают постоянную связь предприятия с магистральной сетью и интеграцию внутренних грузопотоков с глобальными логистическими цепями.

Сложность управления вагонопотоками постоянно возрастает. Во-первых, материальный поток на пути от первичного источника сырья до конечного потребителя проходит ряд производственных звеньев. Каждое звено имеет собственные технологические параметры, которые зачастую не синхронизированы между собой. Второе, производство редко функционирует в условиях статичного спроса; сезонные колебания, геополитические потрясения, технические сбои создают динамическую среду, где вчерашний оптимум неприменим завтра. Управление вагонопотоками требует адаптации маршрутов, переприоритизации заказов, перераспределения парка вагонов в реальном времени [2].

Снижение стоимости перевозки может привести к критическим задержкам доставки; максимизация скорости – к избыточной загрузке инфраструктуры и т.д. Оптимизация по любому одному параметру порождает системный дефект.

Многокритериальное принятие решений интегрирует гетерогенные критерии через методы аналитической иерархии [1, 3]. Каждое управляющее воздействие оценивается по четырём измерениям одновременно. Система вагонопотоков становится эффективной по затратам, надёжной по срокам, устойчивой к возмущениям и рационально использует ресурсы инфраструктуры, обеспечивая оптимальность для всех стейкхолдеров.

Список используемых источников

1. Аристова, Е. М. Некоторые подходы к решению задач линейной многокритериальной оптимизации / Е. М. Аристова // Итоги науки и техники. Современная математика и ее приложения. Тематические обзоры. – 2021. – Т. 190. – С. 3-13. – DOI 10.36535/0233-6723-2021-190-3-13. – EDN KNLCXY.
2. Концепция гибридной многокритериальной модели устойчивой цепи поставок / Н. А. Осинцев, А. Н. Рахмангулов, П. Н. Мишкурин [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1(93). – С. 90-104. – DOI 10.46973/0201-727X_2024_1_90. – EDN BRQNRU.
3. Концепция комбинирования многокритериальных и имитационных моделей устойчивых цепей поставок / Н. А. Осинцев, А. Н. Рахмангулов, П. Н. Мишкурин // Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы : материалы III Международной научно-практической конференции, Москва, 27 сентября 2023 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2023. – С. 43-48. – EDN UVANUS.

Токарев А.С. (студент)

АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РОССИЙСКИХ МАРКЕТПЛЕЙСОВ

В последние годы наблюдается динамичное развитие российских маркетплейсов (Wildberries, Ozon, Яндекс.Маркет), которые прочно закрепились на рынке розничной торговли и стали одной из ключевых форм организации электронной коммерции [1]. Увеличение объёмов онлайн-продаж обуславливает повышение требований к показателям качества выполнения логистических процессов, в частности к оперативности, надёжности и устойчивости доставки товаров. Территориальная протяжённость Российской Федерации, неравномерность распределения складской инфраструктуры, повышение требований потребителей к срокам доставки товаров делает актуальным анализ логистических моделей, применяемых российскими маркетплейсами, оценка их эффективности в современных условиях.

Целью данной работы является исследование логистических моделей российских маркетплейсов с целью выбора наиболее эффективной для конкретного маркетплейса. Анализ выполнялся по трём моделям:

- фулфилмент оператором (Fulfillment by Operator – FBO), когда маркетплейс полностью берет на себя выполнение заказа: от хранения товаров на своих складах до упаковки, доставки покупателю и обработки возвратов.
- фулфилмент продавцом (Fulfillment by Seller – FBS), когда продавец самостоятельно хранит товары на своём складе, выполняет комплектацию и упаковку заказов после их поступления, а затем передаёт посылки в сортировочный центр платформы для доставки покупателю.
- доставка продавцом (Delivery by Seller – DBS), когда маркетплейс принимает оплату и продвигает товар, а продавец выполняет все операции (хранение, упаковка, доставка, возвраты).

В качестве основных критериев сравнения моделей использованы: затраты и комиссии связанные с выполнением логистических операций; степень контроля логистических процессов и возможность продавца влиять на параметры управления товаропотоком; время доставки товара; объём и специфика товаров; географическое покрытие; обратная логистика; возможность увеличения объёмов продаж.

Полученные результаты предполагается использовать для выбора логистической модели доставки крупногабаритных товаров в Wildberries.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-11-00164, <https://rscf.ru/project/23-11-00164/>

Список использованных источников

1. Львов И.Д. Программный модуль автоматизации создания карточек товаров с использованием искусственного интеллекта как инструмент оптимизации транспортной логистики хрупких грузов на маркетплейсах // Недропользование и транспортные системы. 2025. т. 15. № 4. С. 17-26.

Работа выполнена под научным руководством проф., д-ра техн. наук Осинцева Н.А. (AuthorID: 401461)

ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКЧЕЙН В ЛОГИСТИКЕ

Одной из основных проблем современной логистики является несогласованность действий по управлению параметрами материального потока в логистических системах и цепях поставок. Разнородность и разобщённость информационных систем, обеспечивающих продвижение различных логистических потоков в разных элементах логистической системы и на разных участках цепей поставок, возможно преодолеть с использованием технологии блокчейн. Для решения данной проблемы предлагается использование уникального цифрового дескриптора грузов – элементов материального потока. Такой цифровой дескриптор должен удовлетворять следующим требованиям: уникальность, то есть однозначность идентификации параметров материального потока; доступность, означающий наличие доступа всех участников логистического процесса к данным о параметрах материального потока; неизменяемость – невозможность изменения проверенных зафиксированных записей об изменении параметров; расширяемость или возможность дополнять базовый набор параметров материального потока участниками логистического процесса. Основные логистические задачи, которые позволяет решать технология блокчейн: мониторинг параметров логистических потоков, включая финансовые потоки и потоки услуг; обеспечение своевременности и сохранности элементов материального потока; уменьшение трудоёмкости обработки информационных и финансовых потоков в результате использования смарт контрактов, обеспечивающих автоматическое выполнение определённых операций при наступлении соответствующих событий; отслеживание и контроль изменений параметров логистических потоков в процессе их движения и переработки; оптимизация параметров логистических потоков с целью снижения суммарных логистических издержек; использование блокчейн данных для создания и обеспечения функционирования в режиме реального времени синхронных цифровых двойников различных структурных элементов цепей поставок; обоснование стратегии и выбор инструментов устойчивого развития цепей поставок на основе анализа больших данных, накапливаемых в блокчейн. Решение перечисленных задач требует широкого использования технических средств объективного контроля (Интернет вещей) для автоматической регистрации изменения параметров логистических потоков. Развитие настоящего исследования связано с разработкой комплекса технологических и организационных решений, обеспечивающих расчёт и поддержание оптимальных значений параметров материальных [1] потоков на основе анализа блокчейн-данных.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-11-00164, <https://rscf.ru/project/23-11-00164/>

Список используемых источников

1. Осинцев, Н. А. Параметры и показатели потоков в зелёных цепях поставок / Н. А. Осинцев // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2019. – Т. 9, № 1. – С. 27-40. – DOI 10.18503/2222-9396-2019-9-1-27-40. – EDN AWQLNI.

ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В РОССИИ

Мультимодальные перевозки, основанные на взаимодействии различных видов транспорта, потенциально позволяют комбинировать их достоинства и обеспечивать доставку грузов и пассажиров с соблюдением требований к высокому качеству транспортных услуг. Проблема формирования единой системы мультимодальных пассажирских перевозок (МПП) особенно актуальна для условий Российской Федерации по причине её большой территории с различными природно-климатическими условиями, неравномерным распределением транспортной инфраструктуры, различным уровнем социально-экономического развития [1]. С другой стороны, усиление транспортной связанности территорий страны является необходимым условием её экономического роста в результате, в частности, сокращения транспортных издержек. Решение проблемы развития МПП связано с решением следующих основных задач: формирование сети мультимодальных терминалов и хабов с учётом потребностей регионов в пассажирских перевозках; развитие транспортных коммуникаций различных видов транспорта в совокупности с решением задачи размещения пассажирских терминалов и хабов; создание условий для появления и развития операторов МПП; создание информационной платформы, обеспечивающей информационное взаимодействие операторов и клиентов МПП; разработка технологии взаимодействия различных видов транспорта. Формирование и устойчивое развитие системы МПП в условиях России также потребует решения ряда научных задач: совершенствование методов прогнозирования потребностей в межрегиональных мультимодальных пассажирских перевозках; разработка методологии этапного развития системы мультимодальных пассажирских терминалов и хабов во взаимосвязи с этапами развития сети транспортных коммуникаций; обоснование структуры и функций информационной платформы взаимодействия участников мультимодальных пассажирских перевозок, в том числе, с использованием технологии блокчейн; разработка технологии оптимального взаимодействия различных видов транспорта в составе системы мультимодальных пассажирских перевозок [2]; определение организационно-правовых требований к функционированию этой системы.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-11-00164, <https://rscf.ru/project/23-11-00164/>

Список используемых источников

1. Копылова, О. А. Размещение региональных логистических центров / О. А. Копылова, А. Н. Рахмангулов. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2015. – 172 с. – ISBN 978-5-9967-0693-8. – DOI 10.6084/m9.figshare.12547478.v1. – EDN TXEABH.
2. Чеченова, Л. М. Тенденции устойчивого развития транспортных систем экомобильности / Л. М. Чеченова, Н. В. Волыхина // Инновационные транспортные системы и технологии. – 2021. – Т. 7, № 4. – С. 65-75. – DOI 10.17816/transsyst20217465-75. – EDN BPAVSZ.

Чжоу Ц. (аспирант), Рахмангулов А.Н. (AuthorID: 101054)

РАЗРАБОТКА ТРАНСНАЦИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ОСНОВЕ БЛОКЧЕЙНА ДЛЯ ЗАПАДНОГО КОРИДОРА КИТАЙСКО-ЕВРОПЕЙСКИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЭКСПРЕССОВ

В контексте проблем изолированности информации и трудностей кросс-границного взаимопризнания, возникающих из-за различий в технических стандартах, нормах данных и правовых системах при мультимодальных грузовых перевозках по западному коридору Китайско-европейских железнодорожных экспрессов, данное исследование рассматривает маршрут западного коридора «Китайско-европейского железнодорожного экспресса» (Китай – Россия – Беларусь – Польша – Германия) в качестве конкретного объекта изучения и исследует решение по созданию транснациональной информационной платформы на основе технологии блокчейн. В исследовании анализируется текущее состояние и проблемы неоднородности железнодорожных информационных систем пяти стран, через которые проходит данный маршрут: китайские железные дороги, опираясь на такие системы, как TDCS/CTC [1], обеспечивают эффективное внутреннее управление, однако кросс-границные интерфейсы ещё не унифицированы; российские информационные системы, используемые в ОАО «РЖД» [2] имеют широкое покрытие, но формат данных отличается от стандартов ЕС; железнодорожные системы Беларуси и Польши постепенно интегрируются в рамках европейской системы RailNet; Германия обладает передовой логистической системой, однако ей сложно напрямую получать данные о перевозках по территории России и Беларуси. Эти различия приводят к таким проблемам, как дублирование ввода информации в накладные, задержки в обновлении статуса грузов и трудности согласованности таможенного контроля. Авторами предлагается и разрабатывается архитектура транснациональной кооперационной информационной платформы на основе консорциумного блокчейна. Данная платформа представляет собой распределённую сеть, узлами которой являются железнодорожные операторы, таможенные службы и основные логистические предприятия стран вдоль маршрута. Исследование предлагает системный путь реализации на трёх уровнях: обмен информацией, согласование стандартов и управление безопасностью.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-11-00164, <https://rscf.ru/project/23-11-00164/>

Список используемых источников

1. Xu W., Zhang N., Wang T. Design and realization of a TDCS/CTC-based train reception and departure operation control-management integrated system // 2017 Chinese Automation Congress (CAC). Jinan: IEEE, 20.10.2017 - 22.10.2017. С. 6311-6317. DOI 10.1109/CAC.2017.8243915.
2. Тимченко, В. С. К вопросу об актуальности разработки и внедрения АСУ логистического центра припортовой железной дороги. Часть 1 / В. С. Тимченко // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2018. – Т. 8, № 1. – С. 20-29. – DOI 10.18503/2222-9396-2018-8-1-20-29. – EDN YROYBF.

ПОВЫШЕНИЕ АДАПТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ВНУТРИЗАВОДСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ НА ОСНОВЕ СЦЕНАРНОГО ПОДХОДА

Экономическая эффективность крупных предприятий чёрной металлургии в существенной мере детерминирована надёжностью функционирования внутризаводских транспортных систем. Актуальность проблемы обусловлена высокой долей транспортной составляющей в себестоимости готовой продукции. Ключевую роль играют перевозки, осуществляемые по детерминированным контактными и нормативным графикам, характеризующимся высокой степенью жёсткости, поскольку разработаны для усреднённых расчётных условий [1].

Однако реальная производственно-транспортная среда носит стохастический характер и не соответствует детерминированным предпосылкам, заложенным в графики. В существующих регламентах не учтены вероятностные затраты времени на межоперационные простои, что приводит к систематическому нарушению графиков, выполнение которых, согласно исследованиям, не превышает 25–40%. Данное положение обуславливает снижение надёжности транспортного обеспечения, дестабилизацию технологических режимов и, как следствие, снижение совокупной эффективности предприятия [2–4].

Для повышения вариативности графиков предлагается применять сценарное прогнозирование. Нормы времени следует разрабатывать в трёх вариантах: пессимистическом, реальном и оптимистическом.

Право оперативного выбора текущего сценария должно быть за дежурными по станциям, лучше всего знающими обстановку. Выбранный сценарий оперативно доводится до поездного и производственных диспетчеров для корректировки графиков движения и обслуживания. Аналогично производственные диспетчеры информируют транспортников о выбранном сценарии работы цехов.

Разработанные предложения позволят улучшить качество транспортного обслуживания производственных объектов за счет учета отклонений от нормативной ситуации в графиках движения поездов и обслуживания производственных объектов, что должно привести к повышению эффективности работы предприятия.

Список используемых источников

1. Контроль вагонопотоков на пути необщего пользования / В. В. Багинова, А. Н. Рахмангулов, Н. А. Осинцев // Мир транспорта. – 2010. – Т. 8, № 3(31). – С. 108–113. – DOI 10.6084/m9.figshare.12980651. – EDN MWMMTH.
2. Устойчивое функционирование и развитие предприятий : основные механизмы, принципы, критерии оценки / А. Н. Ряховская // Эффективное антикризисное управление. – 2012. – № 2(71). – С. 58–66. – EDN OXDZIV.
3. Управление вагонопотоками в промышленных транспортных системах / Н. А. Осинцев, А. Н. Рахмангулов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2013. – № 1(41). – С. 16–20.
4. Обоснование показателя оценки качества оперативно-технологической связи на железнодорожном транспорте / А. Н. Рахмангулов, О. А. Мирсагдиев // Вестник транспорта Поволжья. – 2014. – № 5(47). – С. 104–110. – EDN THLACF.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ АВТОРЕЦИКЛИНГА В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Рост численности мирового автомобильного парка, увеличение продолжительности эксплуатации автомобилей, старение парка транспортных средств приводит к увеличению доли автомобилей, жизненный цикл которых завершается – End-of-Life Vehicle (ELV). Такие автомобили необходимо утилизировать или перерабатывать, т.к. они увеличивают объём отходов, содержат вредные загрязняющие вещества, являются источником загрязнения визуальной среды, а также содержат ценные компоненты, которые могут быть повторно использованы для различных целей. В странах с развитой экономикой (Германия, США, Япония) переработка и повторное использование ELV достигает 85%. В то же время в большинстве стран мира, в том числе в РФ, отсутствуют эффективные стратегии и системы авторециклинга.

Целью настоящей работы являлся анализ научной литературы по рециклингу и утилизации автомобилей для оценки состояния и перспектив развития в России и за рубежом. Выявлены следующие особенности авторециклинга:

- расхождение в системах нормативно-правовых документов международного и национального законодательства, что не позволяет сформировать в отдельных странах комплексный подход к управлению авторециклингом на всех его этапах;
- использование различной терминологии затрудняет понимание и реализацию технологии авторециклинга, процессов и отдельных операций.
- отсутствие чёткого регулирования ответственности всех стейкхолдеров (от владельца автомобиля до авторециклинговой компании), экономических механизмов стимулирования и контроля соблюдения норм и требований.

Выполненный тематический анализ 88 обзорных статей по авторециклингу из базы Scopus за 1995-2025 годы позволил сгруппировать статьи по двум ключевым проблемам:

1. Управление и утилизация ELV (изучение процессов разборки, восстановления, переработки, сортировки, утилизации ELV; анализ систем управления ELV; управление и оптимизация цепей поставок и обратной логистики; вопросы взаимодействия различных стейкхолдеров; проблемы и специфика авторециклина в различных странах; учёт аспектов устойчивого развития; а также особенности законодательства).

2. Производство и переработка литий-ионных аккумуляторов (методы, технологии переработки и утилизации батарей; анализ жизненного цикла батарей; способы извлечения ценных компонентов из батарей; проблемы производства аккумуляторов, повышение их производительности и устойчивости; совершенствование политики утилизации аккумуляторов в разных странах).

Выявленные пробелы в научных исследованиях могут служить основой для развития и совершенствования деятельности, связанной с авторециклингом, которые учитывают особенности нормативно-правовой базы, уровень развития технологий, и мотивацию стейкхолдеров и в различных странах.

Секция «Геология, маркшейдерское дело»

УДК 622.1:528

Литвиненко Н.В. (AuthorID: 1002462), **Идрисов А.Ф.** (студент),
Береснева Е.М. (студент), **Комзолова И.Н.** (студент)

СЪЕМКА ОЧИСТНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ЛАЗЕРНЫМ СКАНЕРОМ EFT SL1

Маркшейдерские съемки очистных выработок при подземной отработке месторождений полезных ископаемых являются одной из важнейших задач маркшейдерской службы. Из-за небольшой продолжительности эксплуатации очистных выработок от оперативности и правильности съемки во многом зависит нормальная производственная деятельность горного предприятия, обеспечение безопасного ведения горных работ, полнота выемки полезного ископаемого из недр.

В настоящее время отработка запасов месторождений полезных ископаемых на многих предприятиях ведется в условиях высокой концентрации горных работ, при которых традиционные методы съемки очистных выработок зачастую не обеспечивают необходимую оперативность и полноту данных. Использование мобильного лазерного сканера EFT SL1, работающего на основе технологии SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), позволяет производить съемку в труднодоступных и опасных зонах без присутствия персонала непосредственно в незакрепленных частях подземных горных выработок.

Для изучения возможности съемки очистных горных выработок лазерным сканером EFT SL1 была выполнена съемка объекта на поверхности (ангар) двумя методами – тахеометрическим и непосредственно лазерным сканированием, выполнена оценка точности результатов съемки. Критерием оценки точности послужил сравнительный анализ геометрии полученных моделей. Было выполнено наложение поперечных профилей (сечений), построенных по данным сканирования и тахеометрии, а также произведен расчет разности объемов объекта. Данный подход позволил выявить величину расхождений и определить эффективность применения технологии мобильного сканирования для подсчета объемов и построения сечений.

После исследования лазерного сканера на поверхности на тестовом объекте, была выполнена сплошная съемка очистной камеры непосредственно в производственных условиях. Съемка также выполнена двумя методами: лазерным сканированием при помощи сканера EFT SL1 и тахеометрическим методом при помощи электронного тахеометра Leica TS06 Plus.

По результатам съемок выполнены:

- построение моделей камеры;
- подсчет объема очистной выемки;
- сравнительный анализ полученных данных.

О ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ СКЛАДОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Определение объемов полезного ископаемого на складах является важной задачей маркшейдерской службы на любом горнодобывающем предприятии.

Правилами осуществления маркшейдерской деятельности установлена допустимая погрешность определения объемов вскрышных, вмещающих горных пород, добытых полезных ископаемых с учетом коэффициентов их разрыхления, потерь полезных ископаемых, отвалов (хвостов), складов (хранилищ), участков намыва полезных ископаемых и (или) горных пород из двух и более независимых определений, которая не должна превышать 2%. Также из [1] следует, что пространственные измерения в рамках выполнения маркшейдерских работ должны осуществляться в соответствии с методиками (методами) измерений с применением средств измерений, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, соответствующих классификации по точности. И в соответствии с [2] работы по учету и обоснованию объемов горных разработок необходимо выполнять средствами измерений технической точности с характеристиками согласно [1] для ГАП ГНСС ± 5 м и более, для электронных тахеометров и теодолитов СКП измерения углов более $10''$, для электронных тахеометров СКП измерения расстояний более $2+2 \times 10^{-6}D$ мм.

Таким образом в требованиях нормативной документации устанавливается допустимая погрешность определения объема складов полезного ископаемого из двух независимых определений, но не учитывается погрешность применяемых средств измерений, методик измерений и подсчета объемов.

В работе рассмотрено определение объема склада полезного ископаемого при выполнении маркшейдерской съемки аэрофотограмметрическим методом с использованием БПЛА в нескольких режимах (РТК, РПК, опознаки), с различными параметрами аэросъемки и различными методами расчета, а также выполнена оценка погрешности определения объема исследуемого склада.

Список используемых источников

1. Приказ Ростехнадзора № 186 «Об утверждении Правил осуществления маркшейдерской деятельности». 31.05.2023 г.
2. Постановление правительства №1467 от 16 сентября 2020 года «О лицензировании производства маркшейдерских работ.
3. Обоснование параметров маркшейдерской съемки складов полезного ископаемого при помощи БПЛА / Н. В. Литвиненко, Е. А. Романько, С. Е. Гавришев, Ю. Д. Маврин // Маркшейдерия и недропользование. - 2024. – № 3 (131). - С. 89-96.
4. Съемка складов полезных ископаемых аэрофотограмметрическим способом при помощи БПЛА /Ю. Д. Маврин, Н. В. Литвиненко, Е. А. Романько, С. О. Каргунова // Маркшейдерия и недропользование. – 2020. - № 4 (108). – С. 51-53.

МАРКШЕЙДЕРСКАЯ СЪЕМКА НАКОПИТЕЛЕЙ ЖИДКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

В соответствии с требованиями нормативной документации накопители жидких промышленных отходов (хвостохранилища, шламохранилища, золоотвалы, золошлакоотвалы) подлежат периодичной маркшейдерской съемке. Частота маркшейдерской съемки хранилищ жидких промышленных отходов составляет не менее одного раза в год [1]. Маркшейдерские съемки выполняются обычно в масштабах 1:2000 или 1:5000. Одной из задач таких маркшейдерских съемок является определение объемов накапливаемого вещества и определение остаточной емкости хранилищ.

Применение современных методов выполнения съемок (методы наземного и воздушного лазерного сканирования, наземной фотограмметрии, аэрофотограмметрии с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), батиметрических съемок при помощи беспилотных надводных плавательных аппаратов снижает трудоемкость, увеличивает производительность труда и детальность съемок, улучшает условия безопасности труда. В настоящее время широкое распространение получили способы съемки при помощи беспилотных аппаратов (БПА), ввиду их относительной доступности, эффективности и безопасности выполнения работ.

В работе рассмотрены особенности производства маркшейдерских съемок накопителей жидких промышленных отходов с учетом требований к точностным характеристикам их выполнения [2-5], обработки полученных данных, подсчета объемов складированных веществ и определения остаточной емкости хранилищ. Также уделено внимание вопросу оценки погрешности определения объемов при маркшейдерской съемке с использованием различных методов съемок и расчетов объемов проектных и фактических величин.

Список используемых источников

1. Приказ Ростехнадзора № 151 Об утверждении федеральных норм и правил в области безопасности гидротехнических сооружений «Требования к обеспечению безопасности гидротехнических сооружений (за исключением судовых и портовых гидротехнических сооружений)». 31.05.2024 г.
2. Приказ Ростехнадзора № 186 «Об утверждении Правил осуществления маркшейдерской деятельности». 31.05.2023 г.
3. Постановление правительства №1467 от 16 сентября 2020 года «О лицензировании производства маркшейдерских работ.
4. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.
5. СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Часть III. Инженерно-гидрографические работы при инженерных изысканиях для строительства.

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО МАРКШЕЙДЕРСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ: БПЛА FLAYBILITI ELLOS (INNOSPECTOR),
ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА HERON LITE, ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА CMS-V400
В УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ**

Заполярный филиал ПАО «ГМК «Норильский никель» объединяет ряд подземных рудников («Октябрьский», «Скалистый», «Комсомальский» «Таймырский»), разрабатывающих богатые медно-никелевые руды на больших глубинах. Выбор средств измерений напрямую влияет не только на достоверность учета добычи, но и на безопасность ведения подземных горных работ.

Практика маркшейдерских работ на рудниках «Норникеля» включает такие приборы: сканер Heron Lite (SLAM-съёмка в движении) и БПЛА Flaybiliti Ellos и лазерный сканер CMS-v400. Каждый инструмент решает свой круг задач и имеет особенности применения в разных маркшейдерских задачах. БПЛА Flaybiliti Ellos - Первый российский промышленный дрон для замкнутых пространств, не нуждающийся в спутниковой навигации. Особенность - комбинированная навигация на основе лидара и видеокамер с SLAM, позволяющая строить 3D-модели без присутствия человека в опасной зоне. Система мониторинга полостей CMS V400- Специализированное оборудование для съёмки выработанных пространств. Ключевая особенность — съёмка может проводиться через узкие пространства или съёмка опасных зон на безопасном расстоянии: сканирующая головка вводится в полость, оператор может находиться вне опасной зоны.

Heron Lite — технология SLAM, позволяющая сканировать выработки в движении. Система не требует долгой подготовки. Heron Lite ориентирован на оперативную съёмку, можно вести съёмку во время подземных работ, а также прибор может работать в запыленной среде.

Сравнительный анализ выявил, что каждый прибор имеет принципиальные недостатки, ограничивающие его применение в отрыве от других методов:

Heron Lite -уступает в точности и нельзя снимать в трудно доступных и опасных для человека местах.

Flaybiliti Ellos . (InnoSpector)- следует только по заранее построенному маршруту, ависит от чистоты воздуха и имеет малый полётный ресурс.

CMS V400 уступает сильно в мобильности, имеет слепую зону. Узконаправленное по сравнению с другими оборудованими

Список используемых источников

1. <https://nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/nornikel-ispytal-pervyy-rossiyskiy-slam-dron-dlya-podzemnykh-gornyx-vyrabotok/>

2. <https://scanmax.ru/katalog/3d-skanery/mobilnye-lazernye-skanery/geront/?etext=2202.HjSEESCAYQGqBs3fPpvMvJnH7F3JRaH1L--ZALJicsR2dXpxem95bnJneGtwa2ht.0359d554ae62cc4df37895880588a33071252433&yclid=17093628324551065599>

3. <https://www.geosalut.ru/lazernye-skanery/sistema-monitoringa-nedostupnyh-polostej-optech-cms-v400/?ysclid=mljioxtn9b897535472>

4. Руководство пользователя CMS V400 / Optech Inc. – Торонто, 2013. – 61 с

Литвиненко Н.В. (AuthorID: 1002462), Штапаук Д. В. (студент)

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА GOSLAM RS100S ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ НА «КУТЫНСКАЯ ГТК»

При внедрении нового прибора на горное производство для выполнения маркшейдерских работ возникает ряд технических, технологических и экономических сложностей. Маркшейдерские работы – важный элемент горного дела, обеспечивающий контроль геометрии выработок, подсчёт объёмов извлечённой породы, мониторинг устойчивости бортов карьеров и актуализацию горно-графической документации.

Актуальность исследования лазерного сканера GOSLAM RS100S для выполнения маркшейдерских работ обусловлена объективной потребностью горнодобывающей отрасли в повышении эффективности и точности пространственных измерений при одновременном сокращении временных и трудовых затрат. В сравнении с современными способами, такими как тахеометрическая съёмка, рулеточный замер, с помощью ГНСС-приемников, спутниковая съёмка, аэрофотосъёмка, лазерный сканер является более точным, экономически эффективным и простым в использовании.

Целью данной работы является оценить технические характеристики прибора GOSLAM RS100S, принцип работы, определить экономическую эффективность и точность при выполнении маркшейдерских работ.

При решении данной проблемы был произведен анализ технических характеристик прибора, предложен способ оптимизации процесса сканирования, составлен сравнительный анализ точности прибора с традиционными маркшейдерскими методами, произведен расчет экономической эффективности.

Список используемых источников

1. Приказ Ростехнадзора от 19.05.2023 N 186 "Об утверждении Правил осуществления маркшейдерской деятельности" (Зарегистрировано в Минюсте России 31.05.2023 N 73638).
2. Закон РФ "О недрах" от 21.02.1992 N 2395-1.
3. Оглоблин Д.Н. Маркшейдерское дело. Москва: Недра, 1972.
4. Маркшейдерское дело / В.И. Борщ-Компониц, В.М. Гудков, В.Г. Николаенко и др. М.: Недра, 1979. 501 с.
5. ГСИ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ural.gsi.ru/catalog/laser_scanner/goslam_rs100s?ysclid=mlgdhj7xbx443973832.

Колкова М.С. (AuthorID: 1016578), **Колесатова О.С.** (AuthorID: 674712),
Казиков К.В. (студент)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ СЪЕМКИ СТРУКТУРНОЙ НАРУШЕННОСТИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД: ОТ КОНТАКТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ К ЦИФРОВОМУ КАРТИРОВАНИЮ

Актуальность исследования. Точная оценка структурной нарушенности массива горных пород является важной задачей, напрямую влияющей на безопасность и экономическую эффективность ведения горных работ. Традиционные методы, используемые для этих целей, в современных условиях часто не удовлетворяют требованиям по оперативности, безопасности и полноте получаемых данных. В связи с этим необходим анализ существующих подходов и обоснование выбора оптимальной технологии для выполнения работ.

Все методы можно разделить на три основные группы. Первая группа — это классические контактные методы с использованием горного компаса на естественных или искусственных обнажениях. Несмотря на высокую локальную точность, эти методы несут в себе значительный риск для персонала, требуют больших трудозатрат и, что самое главное, дают лишь точечную, выборочную информацию, которая может не отражать реальную пространственную неоднородность массива. Вторая группа — высокоточные дистанционные технологии, такие как наземное лазерное сканирование (LiDAR). Они позволяют создавать детальные цифровые модели, но их широкое внедрение сдерживается высокой стоимостью оборудования и сложного ПО, длительностью обработки огромных массивов данных. Третья группа, занимающая промежуточное положение, — это методы, основанные на цифровой фотограмметрии. Их развитие, особенно с появлением доступных высококачественных экшн-камер и мощного программного обеспечения для 3D-реконструкции, открывает новые возможности.

В качестве наиболее сбалансированного подхода нами предлагается способ сплошной дистанционной съемки, основанный на использовании портативной экшн-камеры. Последовательность работ включает выбор безопасной позиции съемки по заданному алгоритму, обеспечивающему минимальные искажения, проведение съемки с перекрытием кадров не менее 60%, фотограмметрическую обработку для построения 3D-модели. Ключевыми сравнительными преимуществами данного метода являются: полное исключение пребывания людей в опасной зоне, сокращение времени полевых работ в 3-5 раз. При этом достигаемое пространственное разрешение (около 0.5 см/пиксель) и автоматизация измерения параметров трещин (простираение, падение, протяженность) позволяют получать данные, полностью соответствующие требованиям нормативных документов (ФНП) для построения роз-диаграмм, карт густоты и последующих геомеханических расчетов устойчивости.

Таким образом, сравнительный анализ показывает, что метод цифровой фотограмметрии на базе доступных экшн-камер представляет собой оптимальный компромисс между точностью, безопасностью, скоростью выполнения работ и экономической эффективностью.

Колкова М.С. (AuthorID: 1016578), Колесатова О.С. (AuthorID: 674712),
Агапов Д.Е. (студент)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА ПРОИЗВОДСТВО ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКШЕН-КАМЕРЫ

Актуальность исследования обусловлена растущим применением доступных экшен-камер (например, GoPro) для оперативной наземной фотограмметрии при мониторинге горных откосов. Однако качество и точность создаваемых 3D-моделей критически зависят от неуправляемых внешних условий, что требует системного анализа для выработки практических рекомендаций.

Ключевым лимитирующим фактором является освещение. Резкое прямое солнечное освещение создаёт контрастные тени и области пересвета, что нарушает равномерность текстуры и приводит к потере ключевых точек при автоматическом выравнивании снимков. Идеальным является рассеянное освещение в условиях высокой облачности, обеспечивающее мягкие тени и максимальную детализацию поверхности. Съёмка в условиях низкой освещённости (утренние/вечерние часы, туман) вынуждает автоматику камеры повышать ISO, что ведёт к появлению цифрового шума и снижению чёткости изображения.

Атмосферные явления напрямую влияют на видимость и качество данных. Атмосферные осадки (дождь, снег) не только создают риски для оборудования, но и меняют отражающие свойства поверхности, а капли на объективе делают съёмку невозможной. Пыль и смог, характерные для карьерных работ, рассеивают свет и снижают контраст, что негативно сказывается на глубине карт и плотности облака точек.

Ветровая нагрузка вызывает вибрацию и нестабильность камеры, особенно при установке на лёгкие штативы или телескопические вехи. Это приводит к «смазу» изображения, геометрическим искажениям и ошибкам в расчётной ориентации снимков. Обязательным условием является использование жёсткого крепления или увеличение выдержки, что, в свою очередь, требует больше света.

Температурный режим влияет как на аппаратную часть, так и на оператора. Работа в условиях отрицательных температур сокращает время автономной работы аккумуляторов и может привести к запотеванию объектива при резкой смене среды. Высокие температуры повышают риск перегрева электроники. Кроме того, дискомфорт оператора снижает тщательность планирования съёмки.

Выводы: Для получения метрически точных и детальных результатов фотограмметрической съёмки с экшен-камерой необходимы: планирование работ на период стабильной ясной погоды с высокой облачностью; обязательное использование ветрозащитных жёстких креплений; контроль температурного режима и запаса аккумуляторов. Разработка поправочных алгоритмов для компенсации атмосферных искажений является перспективным направлением дальнейших исследований.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ГОРНЫХ УДАРОВ НА РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

В настоящее время подземные горные работы ведутся на все больших глубинах во все более сложных геомеханических условиях, что приводит к удорожанию технологии добычи, и возможному возникновению различных аварийных ситуаций. Зачастую главной причиной является повышенное горное давление и проявление его в виде горных ударов, реализуемых в разных масштабах и местах подземного рудника, а иногда и на глубоких горизонтах карьеров.

Горняками выработан ряд условий, при которых реализуются горные удары, к одним из самых важных относят глубину ведения горных работ ниже критической, применение целиковых систем разработки, догоняющих и отстающих фронтов очистных горных работ, и т.д. Также разработаны методы прогноза горных ударов - базовым является дискование керна, применение геофизических методов. Для условий конкретных рудников, с учетом горно-геологических условий и горнотехнических особенностей ведения горных работ разрабатываются методы предупреждения горных ударов.

В работе рассмотрена практика применения методов прогноза и предупреждения горных ударов на ряде российских рудников, проанализирован ряд факторов: геологические условия, особенности вскрытия, подготовки и очистной добычи, места возникновения, зависимость от взрывных работ, непосредственно применяемые методы прогноза и предупреждения, их эффективность, даны рекомендации.

Список используемых источников

1. Киселев, В. А. Прогноз периодичности горных ударов на рудниках АО "Апатит" / В. А. Киселев, В. А. Гордеев, Н. В. Гусева // Маркшейдерский вестник. – 2024. – № 2. – С. 17-25. – EDN FNKTIF.
2. Жабко, А. В. Механика пластического деформирования горных пород при объемном сжатии и механизм горных ударов / А. В. Жабко // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 4. – С. 47-63. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-4-47-63. – EDN DAKOLY.
3. Разработка и опытно-промышленная апробация мероприятий по предотвращению негативных последствий газодинамических явлений на месторождении трубки «Интернациональная» / Э. К. Пуль, Н. Е. Захаров, Ю. В. Лосовская, П. С. Иванов // Горный журнал. – 2020. – № 1. – С. 104-108. – DOI 10.17580/gzh.2020.01.21. – EDN LVFTSL.
4. Разработка и опытно-промышленная апробация мероприятий по предотвращению негативных последствий газодинамических явлений на месторождении трубки «Интернациональная» / Э. К. Пуль, Н. Е. Захаров, Ю. В. Лосовская, П. С. Иванов // Горный журнал. – 2020. – № 1. – С. 104-108. – DOI 10.17580/gzh.2020.01.21. – EDN LVFTSL.

Романько Е.А. (AuthorID: 492799), Козин Е.В. (студент)

ПРАКТИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ НА КАРЬЕРЕ «ЖЕЛЕЗНЫЙ» АО «КОВДОРСКИЙ ГОК»

В практике горнодобывающих предприятий существуют следующие виды потерь и разубоживания: нормативные, проектные, плановые, фактические. Если величину первых устанавливает проектная организация, выполняя проект на разработку месторождения для каждой выемочной единицы, то фактические показатели извлечения - маркшейдерская служба предприятия по факту отработки блока или панели. Величина фактических потерь и разубоживания должна быть не больше, чем нормативный их уровень, иначе предприятие платит штраф за сверхнормативные потери. Карьером «Железный» отрабатываются залежи магнетитовых и апатит-штаffelитовых руд. Установление нормативных потерь и разубоживания определяется параметрами залегания рудных тел, четкостью контакта между рудой и вмещающими породами, параметрами системы открытой разработки. Проектные и плановые потери принимаются в размере величины нормативных. Фактические потери и разубоживание устанавливают сотрудники маркшейдерской службы предприятия, используя прямой метод. Выполняется съемка блока до взрыва, после его полной отгрузки маркшейдер выполняет детальную съемку очистного забоя, далее в ГГИС «ГЕОМИКС» накладывается контур забоя по результатам съемки на проектный контур блока, ведется подсчет величин фактических потерь и разубоживания. Как правило, величина фактических потерь и разубоживания чаще меньше величины нормативных, что объясняется горно-геологическими условиями и качественной обработкой.

Список используемых источников

1. Нормирование потерь и разубоживания при подэтажно-камерной системе разработки с последующей закладкой / И. А. Пыталев, Е. А. Романько, Е. В. Бобылева, М. С. Колкова // Устойчивое развитие горных территорий. – 2022. – Т. 14, № 1(51). – С. 126-133. – DOI 10.21177/1998-4502-2021-13-4-126-133. – EDN EKWEZS.

2. Романько, Е. А. Нормирование потерь и разубоживания руды при освоении запасов Рассвумчорского подземного рудника КФ АО «Апатит» / Е. А. Романько, Д. С. Клынина // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : тезисы докладов 78-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 20–24 апреля 2020 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020. – С. 61. – EDN MVEJBY.

3. Романько, Е. А. О нормировании показателей извлечения полезных ископаемых / Е. А. Романько // Маркшейдерское и геологическое обеспечение горных работ : Сборник научных трудов по материалам II международной научно-практической конференции, Магнитогорск, 17–19 февраля 2015 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2015. – С. 164-169. – EDN VJONWZ.

Романько Е.А. (AuthorID: 492799), Барбашенко Г.М. (студент)

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА СЪЕМКИ ПОДЗЕМНЫХ ПОЛОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Согласно требованиям нормативных документов для определения фактического контура любых горных выработок, очистных камер, величины фактических потерь и разубоживания руды, объема закладки маркшейдерской службе необходимо выполнять съемку этих объектов. Существуют системы разработки, при которых есть возможность зайти в очистное пространство камеры и тогда съемка контура отбойки происходит прямым методом любым геодезическим оборудованием, которое обеспечит требуемую точность съемки. А есть другие системы разработки, при которых нахождение в очистном пространстве камеры запрещается, для этих случаев на сегодняшний день также есть решение: применение лазерных сканеров полостных и инерционных, а также БПЛА. Среди полостных сканеров наибольшую популярность на рудниках Южного Урала приобрели Optech CMS Wireless и Maptek SR3-L, из инерционных сканеров - Heron Lite и Novemmap, БПЛА представлен сканирующей системой Emersent Novemmap на базе дрона DJI M300 [1]. Кроме того, сегодня рынок сканеров и БПЛА несколько расширился за счет более дешевых и высокопроизводительных китайских и достаточно дорогих и не очень «доступных» европейских приборов.

Каждый из указанного оборудования работает с определенной точностью, детальностью, на определенные дальности [2]. В связи с чем проанализированы технические характеристики указанных и аналогичных приборов, рассчитана СКО определения объема, выявлены области рационального использования оборудования для производства маркшейдерских замеров, даны рекомендации по объектам съемки.

Список используемых источников

1. Романько, Е. А. Обзор геодезического оборудования для съемки подземных камер / Е. А. Романько, Г. Г. Сагинбаев, Р. Р. Халитов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы докладов 82-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 22–26 апреля 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 24. – EDN VJXLZL.
2. Голубко, Б. П. Технологии лазерного сканирования на примере Cavity Monitoring System (CMS) при производстве маркшейдерской съемки труднодоступных горных выработок / Б. П. Голубко, А. В. Крапивка, Е. А. Винальева // Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений : Уральская горнопромышленная декада : сборник докладов X Международной научно-технической конференции, Екатеринбург, 20–21 мая 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2021. – С. 19-26. – EDN UDILSU.

Секция «Обогащение полезных ископаемых и переработка техногенного сырья»

УДК 622.7.01

Горлова О.Е. (AuthorID: 301567), **Хардин И.С.** (студент), **Югрин Д.А.** (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО РЕАГЕНТА - ФЛОКУЛЯНТА В ПРОЦЕССЕ СГУЩЕНИЯ ПУЛЬПЫ ЗОЛОТОКВАРЦЕВОЙ РУДЫ

На сгущение, как правило, поступает тонкоизмельченная пульпа, наибольшую трудность в которой представляет осаждение тончайших частиц. Увеличить скорость осаждения тонких частиц можно с помощью реагентов – флокулянтов. Проанализирована эффективность замены применяемого в сгущении золотокварцевых руд европейского реагента типа Magnafloc 351 на реагент флокулянт отечественного производителя ООО «Prime». Для сравнения был выбран следующий ряд: Prime A222R – низко-анионный полиакриламид (доля анионных звеньев 1-10%) мелкий порошок для обычного приготовления (R); Prime A223B – средне-анионный полиакриламид (доля анионных звеньев 10-30%), мелкий порошок со средней скоростью растворения (B); Prime A225A – сильно-анионный полиакриламид (доля анионных звеньев >30%), мелкий порошок с быстрорастворимой формой (A).

Для сравнения скорости осаждения и чистоты осветленной жидкости использовался седиментационный тест в цилиндрах. По результатам проведенных испытаний были построены кривые процесса сгущения, рассчитаны скорость осаждения частиц твердой фазы и эффективность действия реагентов флокулянтов PRIME по отношению к Magnafloc 351.

Седиментационное сравнение четырёх марок флокулянтов при едином их расходе 16 г/т показало, что скорость и полнота осаждения частиц зависят не от начального объёма твердой фазы, а от структуры флокул и их способности захватывать мелкие частицы.

Из кривых процесса сгущения следовало, что наиболее эффективен флокулянт PRIME A222R, обеспечивающий быстрое и качественное осветление пульпы. Уже спустя 30 секунд объем осадка снизился до 132 мл, показал минимальное значение мутности — 53,3 условных единиц, что на 11–26% меньше ближайших испытуемых реагентов. Расчет скорости осаждения частиц твердой фазы показал, что наибольшая скорость осаждения наблюдается при применении флокулянта PRIME A222R – 6,8 м/ч. Для остальных реагентов флокулянтов значения ниже. Скорость осаждения частиц при добавлении Magnafloc 351 только 1,22 м/ч. Эффективность действия (т/г) реагентов флокулянтов PRIME по отношению к Magnafloc 351 составила: A222R – 0,28 т/г; A223B – 0,09 т/г; A225A – 0,08 т/г.

Таким образом, полученные данные позволяют рекомендовать низко-анионный флокулянт PRIME A222R для дальнейшего использования, поскольку он обеспечивает оптимальный баланс между скоростью седиментации и чистотой осветлённого слива, а также наиболее эффективен для сгущения пульпы золотокварцевой руды. Переход на отечественный продукт уменьшает зависимость от иностранных поставок, повышая надёжность снабжения и экономическую эффективность производства.

АНАЛИЗ ЭВОЛЮЦИИ ПЕРЕДЕЛА РУДОПОДГОТОВКИ НА РОССИЙСКИХ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ В 21 ВЕКЕ

Рудоподготовка – один из важнейших переделов в технологии переработки минерального сырья, от которого во многом зависит не только качество конечного продукта, но и себестоимость переработки, эффективность всей производственной цепочки ввиду высокой капиталоемкости и энергоемкости процессов. В работе проводится анализ основных проблем, тенденций, развития техники, технологий и современных решений в области рудоподготовки в 21 веке, направленных на повышение эффективности этого передела.

За последние 20-30 лет схемы рудоподготовки значительно эволюционировали как в зарубежной, так и вслед за ней в отечественной практике, по сравнению с классическими схемами многостадийного дробления – измельчения, принятыми в проектах большинства ГОКов 50-60-х годов прошлого века. Стремление к постоянному снижению как капитальных вложений, так и операционных затрат привело к широкому распространению в начале 21 века так называемых «коротких» схем рудоподготовки с одностадийным дроблением (или без него) и комбинированным измельчением в больших мельницах само- и полусамозмельчения в первой стадии и последующим шаровым измельчением. Во многом это изменило «архитектуру» не только передела рудоподготовки на фабрике, но и в целом всего горно-обогатительного комбината. Это было продиктовано, в том числе, и увеличением производительности горных предприятий в связи с ростом потребности в металлах и поступлением в переработку все более бедных руд.

Со временем и со всё большим внедрением на новых крупных ГОКах большой производительности технология рудоподготовки с использованием само- и полусамозмельчения проявила достаточное количество узких мест и свою неуниверсальность. Но за это время была широко растиражирована в проектах многих зарубежных и российских ГОКов при переработке медных, медно-молибденовых, золотомедных, железных руд.

Уязвимость технологии рудоподготовки с само- и полусамозмельчением в отношении физико-механических свойств руды, производительности предприятия и других факторов инициировала своего рода возврат к стадийным схемам дробления, но с установкой в стадии мелкого дробления инновационного оборудования – измельчающих валков высокого давления, а в стадии тонкого измельчения и доизмельчения черновых концентратов и промпродуктов – вертикальных мельниц типа «Вертимил». Примерами предприятий, внедривших и внедряющих технологию ИВВД, на сегодня являются Стойленский и Быстринский ГОКи.

Использование систем автоматического контроля гранулометрического состава руды, цифровое управление измельчением руды, новые цифровые решения на базе моделирования процессов дробления и измельчения, ИИ, предиктивной аналитики, машинного обучения, прогнозного управления составляют еще одну тенденцию в развитии технологии рудоподготовки на передовых отечественных фабриках в 21 веке.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ФЛОТОРЕАГЕНТОВ

Подготовка высококачественного коксового угольного концентрата является важным этапом в технологической цепочке коксохимического производства. Качество кокса, определяемое в первую очередь зольностью, содержанием серы и фосфора, напрямую зависит от эффективности и селективности обогащения угольных шламов методом флотации. Существующие реагентные схемы, основанные на продуктах нефтепереработки, зачастую не обеспечивают необходимой избирательности и, что особенно важно, являются источником поступления в сточные воды токсичных органических соединений (спиртов, альдегидов, кетон). Это создает противоречие между технологической необходимостью и экологическими требованиями. Таким образом, разработка высокоэффективных и экологически более безопасных флотореагентов для подготовки коксовых углей представляет собой актуальную научно-техническую задачу.

Проведены исследования по изучению флотационной способности реагентов с различными физико-химическими свойствами и групповым составом в качестве пенообразователей. Исследовались продукты нефтепереработки: кубовые остатки от ректификации бутиловых спиртов (КОБС) и высококипящая фракция переработки КОБС (ВКФ). В составе КОБС содержание соединений C_8 - 80%, C_{12} – 20%. КОБС относятся к III классу умеренно токсичных веществ по ГОСТ 12.1.007-76. Физико-химические показатели ВКФ: плотность - 870 кг/м³, температура кипения - 180-320 С⁰, показатель преломления – 1,4310, содержание соединений C_8 - 60%, C_{12} – C_{16} 40%. Симплексный метод планирования эксперимента установил оптимальные соотношения КОБС: ВКФ в реагенте-вспенивателе. Доказано, что наиболее высокие показатели флотации угля могут быть получены в теоретической области 70:30 %.

Флотация углей Печорского бассейна ($A_d=14,6\%$) композиции КОБС: ВКФ в соотношении 70:30 совместно с собирателем - тракторным керосином увеличивает выход концентрата на 2,2-3,0%, а извлечение горючей массы на 2,1-3,3% по сравнению с комбинацией КОБС-тракторный керосин.

Результаты флотации углей Кузнецкого бассейна подтвердили закономерности, полученные при обогащении углей Печорского бассейна. Использование оптимальной композиции КОБС с ВКФ (70:30) позволило уменьшить общий расход реагентов в 1,6 раза при одинаковых показателях процесса, снизить сброс со сточными водами флотационного отделения химических веществ в 1,0-1,5 раза.

Разработанный реагентный режим флотации представляет собой комплексное решение для УОФ коксохимического профиля, обеспечивает повышение технологической эффективности подготовки коксового концентрата, снижение эксплуатационных затрат. Внедрение данной разработки способствует повышению конкурентоспособности конечной продукции – металлургического кокса – за счет улучшения его качества и снижения экологической нагрузки на предприятия.

Гмызина Н.В. (AuthorID: 493953), **Дегодя Е.Ю.** (AuthorID: 680293),
Рыбалкина У.В. (студент)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Внедрение цифровых технологий в процессы обогащения полезных ископаемых (ОПИ) является ключевым фактором повышения эффективности, устойчивости и конкурентоспособности горно-обогатительных предприятий. Цифровая трансформация позволяет оптимизировать производственные циклы, улучшить качество продукции и снизить операционные расходы.

Анализ литературных данных показывает, что цифровизация охватывает все этапы обогащения, ключевыми направлениями которой являются: автоматизация (АСУТП, САУ), цифровые двойники, системы на основе ИИ и компьютерного зрения, а также предиктивная аналитика. Опыт внедрения демонстрируется в различных отраслях, включая цветную и чёрную металлургию (ГМК «Норильский никель»), алмазодобычу (АК «АЛРОСА»), углеобогащение (фабрики Донбасса) и переработку калийных солей (РУП «Беларуськалий»).

Ключевые технологии и решения:

- цифровые двойники – применяются для имитационного моделирования и оптимизации работы обогатительных фабрик и оборудования;
- автоматизация – внедрение многоуровневых систем управления (АСУТП, САУ) для повышения стабильности процессов;
- искусственный интеллект и машинное зрение – используются для контроля качества, анализа состава сырья и управления флотацией;
- аналитика данных – прогнозное моделирование и адаптивное управление на основе данных датчиков.

Эффекты и эргономические аспекты внедрения цифровых технологий включают в себя: повышение эффективности процессов и увеличение извлечения полезных компонентов, снижение энергопотребления и расхода реагентов, улучшение стабильности и качества конечной продукции, минимизацию влияния человеческого фактора за счёт автоматизации технологических процессов, улучшение эргономики рабочих мест за счёт автоматизации рутинных операций, снижения физической нагрузки и внедрения систем дистанционного управления и мониторинга, что способствует повышению безопасности и комфорта персонала.

Просматриваются следующие тенденции и перспективы: интеграция цифровых двойников с ERP, MES, SCADA-системами, развитие облачных платформ и промышленного интернета вещей (IIoT), использование VR/AR для обучения персонала, проектирования и обслуживания, расширение применения ИИ для адаптивного управления в условиях нестабильного сырья.

Таким образом, цифровизация и автоматизация процессов обогащения полезных ископаемых становятся ключевыми факторами повышения эффективности, безопасности и устойчивости производства. Дальнейшая интеграция передовых технологий открывает новые возможности для оптимизации ресурсов и снижения экологической нагрузки.

Гмызина Н.В. (AuthorID: 493953), **Петров А.Ю.** (студент)

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АО «АЛЕКСАНДРИЙСКАЯ ГОРНОРУДНАЯ КОМПАНИЯ»

На обогатительной фабрике АО «АГК» запустили в работу новый потоковый анализатор «Буревестник» АСАК. Он пришёл на смену импортному анализатору «Курьер». После калибровки достигнута аналогичная точность измерения при меньшей стоимости запасных частей и обслуживания.

Поточный анализатор — это прибор, который позволяет контролировать состав сырья и продуктов обогащения в режиме реального времени. Его задача — оперативный контроль качества рудопотоков, что важно для оптимизации технологических процессов.

Автоматизированная система аналитического контроля АСАК - это комплекс технических средств с централизованным управлением, предназначенный для автоматического отбора технологических продуктов, транспортирования к месту анализа, протечки пробы через рентгеноспектральный анализатор и определения элементного состава пробы. Результаты анализа передаются в автоматическую систему управления технологическим процессом (АСУ ТП).

Дополнительно в систему прободоставки могут быть встроены делители для отправки проб в осушители и подготовки проб для независимого измерения альтернативным методом.

Предлагаемая система АСАК на базе потокового анализатора AP-35 / АРО производится в РФ и построена на базе ключевых компонентов производства РФ и дружественных стран, которые доступны в течение всего жизненного цикла.

Также на обогатительной фабрике АО «АГК» успешно завершили первый этап запуска комплекса для приготовления и гидротранспорта закладочного материала и приступили к пусконаладочным работам.

Все это было создано для масштабного и важнейшего проекта по рекультивации карьера «Александринский» с использованием собственных ресурсов. Ввод в эксплуатацию комплекса запланирован на второй квартал 2026 года.

На данном этапе построена вся технологическая схема – корпус сгущения, пруд-кондиционер, трубопроводы, смонтировано оборудование. Уже сейчас успешно работает схема гидротранспорта хвостов обогатительной фабрики с обеспечением оборотного водоснабжения. Это позволяет обрабатывать технологию и начинать подготовку к рекультивации карьера «Александринский».

В будущем это будет работать следующим образом: с обогатительной фабрики хвосты по трубопроводу будут поступать на комплекс сгущения. В комплексе будет происходить ключевой процесс – пульпа будет сгущаться, а часть воды станет поступать в пруд-кондиционер. По трубопроводу смесь мощными насосами будет отправляться в карьер «Александринский». Там твёрдые частицы будут оседать, начиная процесс заполнения, а оставшаяся вода дополнительно отстоится. Осветлённая вода из карьера будет поступать в пруд-кондиционер и оттуда подаваться обратно на фабрику для повторного использования, таким образом, получается замкнутый цикл.

Гришин И.А. (AuthorID: 662345), Гробов Е.А. (AuthorID: 1207852)

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЩЕЛОЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ОТРАБОТАННОГО АЛЮМОХРОМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА ИМ-2201

Отработанные алюмохромовые катализаторы типа ИМ-2201 представляют собой техногенный отход нефтехимических производств, содержащий ценные компоненты: Al_2O_3 (65,1%), Cr_2O_3 (17,8%) и SiO_2 (12%). Щелочное выщелачивание является перспективным методом их утилизации с получением вторичного сырья, однако требует научного обоснования режимов процесса.

Целью работы являлся комплексный термодинамический анализ системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-NaOH-H}_2\text{O}$ для определения оптимальных условий автоклавного выщелачивания. Исследование выполнено методом расчёта энергии Гиббса ($\Delta G = \Delta H - T\Delta S$) с использованием данных NIST WebBook и USGS Bulletin 2131. Анализ проведён в температурном диапазоне 0-300°C при давлении 10-35 бар.

Идентифицированы 33 возможные реакции в системе, из которых две являются основными целевыми. Установлено, что растворение Al_2O_3 в щелочи ($\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$) термодинамически спонтанно во всём исследованном диапазоне с $\Delta G_{210^\circ\text{C}} = -61,7$ кДж/моль и константой равновесия $K = 4,6 \times 10^6$, что обеспечивает теоретически степень растворения алюминия 95-100%. Окислительное выщелачивание хрома ($2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 8\text{NaOH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 4\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$) также является высоковероятным с $\Delta G_{210^\circ\text{C}} = -588,4$ кДж/моль и $K = 4,1 \times 10^{63}$, что позволяет извлечь 85-95% хрома.

Критичным параметром установлено парциальное давление кислорода. При температуре выше 220°C давление водяного пара вытесняет кислород из газовой фазы автоклава, снижая $P(\text{O}_2)$ с 1,25 бар (210°C) до 0,02 бар (230°C при 25 бар). Это требует повышения общего давления до 35 бар, а также принудительной подачи кислорода для поддержания эффективности окисления хрома. Показано, что кремнезём растворяется в щелочной среде ($\Delta G > 90$ кДж/моль, $K \approx 10^{-21}$), при этом полностью переходя в кек выщелачивания, что предотвращает загрязнение целевых продуктов алюмосиликатными комплексами. Результаты обосновывают оптимальные режимы процесса: температура 210-220°C, давление 25-35 бар, $\text{pH} \geq 12$. Термодинамический анализ доказывает принципиальную возможность селективного извлечения алюминия и хрома с высокими выходами при минимальном количестве побочных реакций, что является научной основой для проектирования промышленной технологии переработки отработанных катализаторов.

Список используемых источников

1. Robie, R.A., Hemingway, B.S., 1995, Thermodynamic properties of minerals and related substances at 298.15 K and 1 bar pressure and at higher temperatures: U.S. Geological Survey Bulletin 2131 <https://doi.org/10.3133/b1452>
2. NIST Chemistry WebBook. Thermophysical Properties of Fluid Systems [Электронный ресурс]. URL: <https://webbook.nist.gov> (дата обращения: 01.02.2026)

Дегодя Е.Ю. (AuthorID: 680293), Медяник Н.Л. (AuthorID: 381380),
Анисимова В.Е. (студент)

СОЗДАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Труднообогатимость флюоритового сырья, связанная, прежде всего, с близкими свойствами кальцийсодержащих минералов, требует исследований в рамках прогнозной оценки особенностей кристаллических решеток кальцита и флюорита.

Кальцит (CaCO_3) – минерал класса карбонатов кристаллизуется в ромбической сингонии. Кристаллы ромбоэдрические, скаленоэдрические, призматические, таблитчатые, пластинчатые и др. Флюорит (CaF_2) – минерал класса галогенидов кристаллизуется в кубической сингонии. Кристаллы в виде кубов, октаэдров, их комбинаций [1]. Согласно литературным данным, плоскость спайности $\{104\}$ кальцита является наиболее стабильной, поэтому для исследования была выбрана именно эта плоскость. Для флюорита наиболее стабильной считается плоскость спайности $\{111\}$, следовательно, объектом исследования стала плоскость $\{111\}$ [1]. Поверхностные модели минералов, построенные на основе этих стабильных плоскостей, представлены на рисунке 1 (а, b).

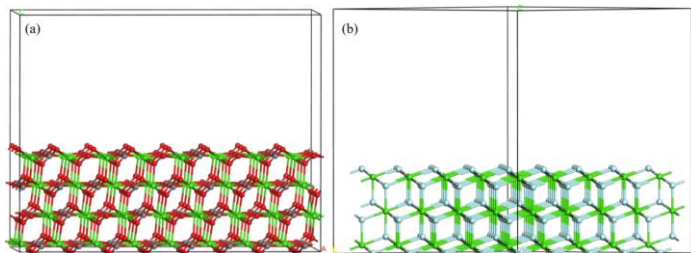


Рис.1. Суперъячейки минеральной поверхности: (а) – кальцит, (b) – флюорит

Обе модели созданы из оптимизированных кристаллических структур минералов, при этом в качестве объекта исследования использовались крупные суперъячейки. Созданные поверхностные модели исследуемых минералов с применением программного комплекса Materials Studio позволяют изучить адсорбционные особенности воды на поверхностях данных минералов и их смачиваемость.

Список используемых источников

1. Минералогическая энциклопедия: Пер. с англ. / Под ред. К. Фрея. – Л.: Недра, 1985. – 512 с.

Дегодя Е.Ю. (AuthorID: 680293), Медяник Н.Л. (AuthorID: 381380),
Анисимова В.Е. (студент)

ОЦЕНКА СМАЧИВАЕМОСТИ ПОВЕРХНОСТИ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Для оценки смачиваемости поверхности кальцийсодержащих минералов (далее кальцита и флюорита) были получены профили относительной концентрации молекул воды вдоль вертикального направления к поверхностям кальцита и флюорита методом молекулярно-динамического моделирования с применением программного комплекса Materials Studio. Эти данные характеризуют адсорбционные особенности воды на поверхностях минералов, а изменение гидрофильности поверхности оценивается через относительную концентрацию молекул воды в гидратной плёнке. Для количественного сравнения распределения молекул воды на поверхностях кальцита и флюорита были рассчитаны зависимости относительной концентрации молекул воды от расстояния вдоль вертикальной оси (рис. 1).

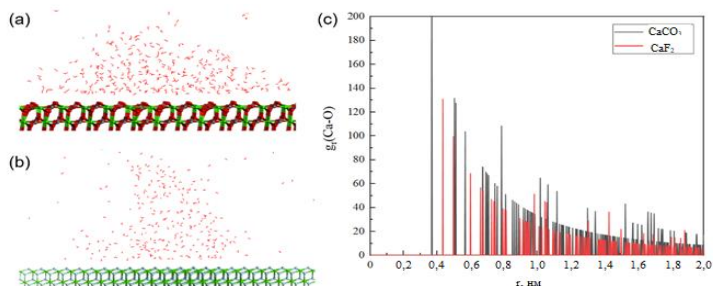


Рис. 1. Вычислительные модели воды с поверхностью кальцита (а) и поверхностью флюорита (b); радиальная функция распределения атома О в воде с поверхностями кальцита и флюорита на расстоянии (с).

Результаты исследований (см. рис. 1 (а), (b)) показывают, что на обеих поверхностях чётко наблюдаются многослойные структуры гидратной оболочки воды, подтверждающие формирование выраженных гидратных плёнок. Согласно результатам на рисунке 1 (с) определено, что первый пик атомов кислорода воды для кальцита расположен на расстоянии 0,38 нм от поверхности, тогда как для флюорита на расстоянии 0,43 нм. Эти результаты свидетельствуют, что расстояние между атомами кислорода воды и поверхностью минералов практически одинаково, то есть кальцит и флюорит обладают схожей смачиваемостью. Таким образом, моделированием взаимодействия молекул воды с поверхностью кальцийсодержащих минералов для оценки смачиваемости поверхности было установлено, что кальцит и флюорит обладают схожей смачиваемостью, что затрудняет их флотационное разделение.

Кошкарров Д.А. (AuthorID: 505246), **Митрофанов А.А.** (AuthorID: -), **Пепельшев Д.И.** (AuthorID: -), **Макушев С.Ю.** (AuthorID: -), **Черепанов Д.В.** (AuthorID: -), **Гонтаренко Б.Ю.** (AuthorID: -), **Метелкин А.А.** (AuthorID: 773835)

МОДЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУД В НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ЗАГРУЗКИ ШАРОВ В МШЦ

Измельчение титаномагнетитовых руд на Качканарском горно-обогатительном комбинате (КГОК) происходит в несколько стадий: первая стадия осуществляется в стержневой мельнице, в качестве мелющих тел применяются стержни диаметром до 100 мм; - вторая и третья стадия осуществляется в мельницах шаровых центровых (МШЦ), в качестве мелющих тел применяются шары диаметром 40 мм 4-й группы твердости по ГОСТ 7524-2015. В дальнейшем, по достижению размеров 15 мм и менее, они удаляются из шаровой мельницы с объемом измельченного продукта. Выбранная технология позволяет достигать степень измельчения руды по классу $-0,071$ мм уверенно до 93,5%.

Эффективность измельчения руды зависит от различных факторов, основными из которых являются: количество шаров и площадь взаимодействия руды с мелющими телами. Изучение взаимосвязи между этими параметрами позволит оптимизировать технологические процессы обогащения железорудного концентрата.

Для этого было разработано программное обеспечение (ПО) на базе веб приложения, реализующее математическую модель износа мелющих тел в мельнице шаровой центровой (МШЦ). ПО позволяет моделировать влияние изменения шаровой загрузки в течении времени на площадь взаимодействия мелющих тел с рудой. Показано, что в начальный период загрузки МШЦ новыми шарами одного диаметра будет характеризоваться неустойчивыми параметрами по измельчению руды. С помощью разработанного ПО был определен период достижения стабильного технологического режима измельчения руды в условиях Качканарского горно-обогатительного комбината. При вводе в эксплуатацию мельницы с шаровой загрузкой, состоящей только из новых шаров 40 мм, выход на стабильный параметр площади поверхности, будет достигнут через 1,5 года, т.е. режим изменения помола руды очень инертен. При этом площадь взаимодействия шаров с рудой, в период начальной загрузки мелющих тел до установившегося режима может изменяться на 25 %.

Для исключения данного эффекта на КГОКе, после проведения планового ремонта МШЦ, в шаровой загрузке применяются мелющие тела разного диаметра, оставшиеся после вывода мельницы на ремонт. Программное обеспечение показало, что при загрузке шаров диаметром 40, 35, 30, 25, 20 мм в количестве соответствующим установившемуся режиму измельчения выход на стабильный режим работы будет осуществлен, также через 1,5 года, однако изменение площади взаимодействия не будет превышать 5 % за весь период, что принесет стабилизацию помола.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ГЛУБИНЫ И КОМПЛЕКСНОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНЫХ И МЕДНО-ЦИНКОВЫХ РУД

Эффективная переработка труднообогатимых медных и медно-цинковых руд, составляющих значительную часть минерально-сырьевой базы России, является ключевой задачей для горно-металлургического комплекса. Низкие показатели комплексности извлечения ценных компонентов, высокая капиталоемкость традиционных схем, а также необходимость утилизации больших объемов хвостов определяют потребность в интенсификации флотационных процессов на основе внедрения инновационных решений.

Цель исследования. Комплексный анализ и оценка эффективности современных технологических решений для интенсификации флотационного обогащения медно-цинкового сырья, включая новые классы реагентов, усовершенствованное флотационное оборудование и современные методы оперативного контроля.

Основным направлением совершенствования является применение новых реагентов. Повысить извлечение золота и серебра в медный концентрат позволяет использование аэрофлотов марки БТФ в качестве дополнительного собирателя. Применение реагента-пенообразователя ДМИПЕК в композиции с сосновым маслом способствует росту извлечения меди и цинка. Для селективного подавления силикатных минералов вмещающей породы в медно-цинковых рудах успешно применен высокомолекулярный депрессор RD1033.

Внедрение высокоинтенсивного флотационного оборудования, позволяющего эффективно флотировать более тонкие частицы, колонных флотомашин КФМ и струйных флотомашин Jameson Cell, в перемешивающих операциях привело к улучшению селективности разделения и повышению технологических показателей. Дополнительный эффект дает применение промышленного механоактиватора РББ-2-600, который повышает степень раскрытия сростков ценных минералов, подготавливая поверхность для более эффективного закрепления реагентов. Увеличение извлечения меди в медный концентрат возможно за счет применения системы «PROFLOTE».

Для управления процессом предложено использовать потенциометрический контроль. Разработаны модели, позволяющие диагностировать окислительно-восстановительный потенциал пульпы и поглотительную способность ксантогената, что создает основу для более эффективного автоматического регулирования реагентного режима.

Внедрение рассмотренных решений на отечественных обогатительных фабриках позволяет повысить извлечение меди в концентрат на 1-3%, а также увеличить попутное извлечение благородных металлов. Комплексный подход, сочетающий новые реагенты, оборудование и методы контроля, является ключевым направлением для технологической модернизации перерабатывающих предприятий.

Сединкина Н.А. (AuthorID: 662053), Шавакулева О.П. (AuthorID: 661250), Хакова А.В. (студент)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ РУД НА РАСКРЫВАЕМОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ ЗЕРЕН

Запасы магнетитовых железных руд сокращаются. Перспективным сырьем являются титаномагнетитовые руды. Эти руды являются важнейшим источником не только железа, но и стратегических металлов - ванадия и титана.

Для повышения извлечения ценных компонентов необходимо максимально раскрыть минеральные сростки на стадии измельчения. Традиционные методы измельчения могут быть энергоемкими и не всегда обеспечивают селективное раскрытие. Одним из возможных вариантов решения этого вопроса является использование физических и химических воздействий на этапе измельчения. Ультразвуковая обработка (УЗО) рассматривается как перспективный физический метод для интенсификации процессов раскрытия сростков за счет кавитационных и акустических эффектов. Явление кавитации связано с тем, что под влиянием мощных ультразвуковых колебаний в жидкости возникают зоны сжатия и разрежения. При прохождении фазы волны, создающей разрежение, в жидкости образуется большое количество разрывов в виде мельчайших полостей (каверн). Данный кавитационный эффект позволяет повысить скорость и эффективность селективного раскрытия минеральных сростков.

Для раскрытия минеральных зерен проведены исследования по измельчаемости руды. Для эффективного измельчения оказывают влияние такие факторы как разжиженность пульпы, шаровая нагрузка мельницы и диаметр шаров. Установлено, что оптимальными параметрами для измельчения титаномагнетитовой руды крупность 1 – 0 мм являются: разжиженность пульпы - 1:1; шаровая нагрузка – 20%; диаметр шаров - 7мм.

Для изучения влияния ультразвука на раскрываемость минеральных зерен проводилась ультразвуковая обработка руды перед измельчением. Для каждого типа руды месторождений были найдены оптимальные параметры обработки: мощность и время ультразвукового воздействия. Результаты показали, что после обработки руды ультразвуком прирост класса -74 мкм составляет 16,9%. Анализ полученных результатов подтверждает гипотезу об эффективности применения ультразвуковой (УЗ) активации для интенсификации процесса измельчения титаномагнетитовой руды. Наблюдается существенное увеличение выхода расчетного класса –0,074 мм по сравнению с традиционным механическим измельчением.

Таким образом, можно сделать вывод о существенном влиянии предварительной ультразвуковой обработки на показатели дезинтеграции титаномагнетитовой руды.

Шавакулева О.П. (AuthorID: 661250), **Сединкина Н.А.** (AuthorID: 662053),
Ступина А.Я. (студент)

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОДУКТОВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ТИТАНОМАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ

Сложность обогащения титаномагнетитовых руд определяется характером прорастаний минералов и размером их вкрапленности. Минеральный состав руды Копанского месторождения, характер и размер вкрапленности рудных минералов во вмещающих породах достаточно благоприятны для их обогащения.

Одним из направлений снижения затрат на переработку минерального сырья является предварительная обработка руды перед измельчением.

Цель работы - минералогический анализ продуктов ультразвуковой обработки титаномагнетитовой руды для оценки эффективности раскрытия минеральных сростков.

Исследования проведены на титаномагнетитовой руде Копанского месторождения с помощью анализатора SIAMS Photolab™.

При изучении раскрываемости зерен рудных минералов использована оценка «степень раскрытия рудных минералов», которая характеризуется коэффициентом относительного раскрытия, представляющим собой отношение массовых количеств зерен минерала, находящихся в «свободном» состоянии, к общему количеству зерен в пробе. Результаты минералогического анализа и определения «степени раскрытия рудных минералов» представлены в таблице.

Общие данные по раскрываемости рудных минералов после измельчения без применения и после применения предварительной ультразвуковой обработки

Минерал	Поверхность	
	Свободная / В сростке с ...	Доля, %
Измельченная проба без обработки		
Ильменит	Свободные	21
	/Магнетит (титаномагнетит)	49
	/Минералы вмещающей породы	30
Магнетит (титаномагнетит)	Свободные	40
	/Ильменит	31
	/Минералы вмещающей породы	29
Измельченная проба с предварительной ультразвуковой обработкой		
Ильменит	Свободные	86
	/Магнетит (титаномагнетит)	13
	/Минералы вмещающей породы	1
Магнетит (титаномагнетит)	Свободные	91
	/Ильменит	9
	/Минералы вмещающей породы	3

Проведенные исследования подтвердили технологическую эффективность предварительной ультразвуковой обработки титаномагнетитовой руды как метода интенсификации раскрытия минеральных сростков перед стадией измельчения.

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ МАГНЕЗИАЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ МАГНЕЗИИ

На рынке оксида магния отечественного производства существует значимый дефицит высокочистого продукта, несмотря на обширную сырьевую базу, а также большое количество магnezияльных отсевов производств.

Наиболее требовательными к параметрам кондиции оксида магния является производитель трансформаторной стали – ОАО «НЛМК», а также производители фармацевтической продукции, требующие оксид магния, соответствующий требованиям ГОСТ 4526-75, чистотой не менее 99%. Существующие технологии производства оксида магния не обеспечивают данный показатель качества продукта.

Для повышения качества производимой продукции существуют различные способы, наиболее перспективным и эффективным из них является метод углекислотного выщелачивания. Способ углекислотного выщелачивания основан на использовании углекислого газа для извлечения оксида магния из сырья, например, магнезита. Этот метод позволяет получать высокочистый оксид магния с высокой активностью поверхности, а также с чистотой более 99%, что важно для производства трансформаторной стали, фармацевтической продукции и т.п.

Данный метод не применяется на отечественных производствах, несмотря на большие перспективы его использования, например, на производственной площадке группы Магнезит (г. Сатка), где применяется технология термомеханического обогащения магнезита. Основная проблема магнезии, выпускаемой Саткинской площадкой, - несоответствие технологическим требованиям вследствие высокого содержания основной примеси - оксида кальция. Таким образом, основная задача, на наш взгляд, это приведение содержания оксида кальция в конечном продукте к допустимым значениям, соответствующим ГОСТ 4526-75.

Сделано предположение о повышении качества за счёт доработки бикарбонатного способа, заключающейся в двухстадийной карбонизации отсевов магнезита и последующей отмывке оксида магния от примесей кальция. На первой стадии возможен перевод оксида магния в бикарбонат, что позволит перевести минеральные примеси в коллоидное состояние. Далее возможно удалить эти коллоидные частицы методом фильтрации. На второй стадии предположительно за счет установления необходимого давления и температуры бикарбонат выпадает в виде карбоната магния. Так как растворимость бикарбоната магния значительно выше бикарбоната кальция, первым выпадает $MgCO_3$, соосаждаясь при этом с кальцием. Предполагаем, что кальций в таком случае легко должен отмываться из конечного продукта. Необходимо дальнейшее детальное изучение второго этапа углекислотного метода выщелачивания, чтобы довести получаемую магнезию до кондиционного качества.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ И МАТЕРИАЛА МЕЛЮЩИХ ТЕЛ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

В современных условиях переработки минерального сырья процесс измельчения является одним из наиболее энергоёмких, достигая до 60% общих затрат предприятия. Ключевыми факторами, определяющими эффективность и экономичность помола, выступают материал и форма мелющих тел, от которых напрямую зависят износостойкость, энергопотребление и качество получаемого продукта.

Целью проведённого анализа является обобщение современных подходов к выбору и оптимизации материала и формы мелющих тел для повышения эффективности измельчения в зависимости от конкретных технологических условий. Проведённый анализ литературных и патентных источников показывает, что основными направлениями повышения эффективности мелющих тел являются совершенствование материалов, изменение геометрической формы и применение комбинированных конструкций. Традиционные металлические сплавы, такие как сталь и чугун, остаются наиболее распространёнными благодаря удачному сочетанию прочности, ударной вязкости и технологичности. Исследования в области легирования и термической обработки позволяют существенно повысить их износостойкость и долговечность. При этом важным аспектом остаётся экономическая целесообразность, требующая поиска компромисса между механическими свойствами и себестоимостью.

Главным конкурентом представляют неметаллические материалы, в частности керамические тела на основе оксида алюминия, которые обеспечивают исключительную абразивную износостойкость и химическую инертность. Их применение особенно эффективно при тонком измельчении высокоабразивных или химически активных материалов, где критически важны чистота продукта и стойкость к коррозии. Однако относительно низкая ударная вязкость ограничивает их использование в условиях высоких ударных нагрузок.

Наряду с материалом, значительное влияние на процесс измельчения оказывает форма мелющих тел. Геометрические модификации, такие как тела, сочетающие полушарие и усечённую пирамиду, позволяют увеличить площадь контакта с измельчаемым материалом и обеспечить более равномерный износ. Комбинированные конструкции, включающие эластичную основу и твёрдые рабочие элементы, способствуют демпфированию ударных нагрузок, снижению шума и вибрации, а также уменьшению износа оборудования.

Результаты исследования могут быть использованы при проектировании и эксплуатации измельчительного оборудования в горно-обогатительной, цементной, химической и других отраслях промышленности.

АНАЛИЗ СПОСОБА ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ФУТЕРОВОК ДРОБИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В современных условиях горно-обогатительных и перерабатывающих предприятий эффективность работы дробильного оборудования напрямую определяет производительность технологических переделов. Особое значение при этом имеет долговечность футеровок, защищающих рабочие камеры от интенсивного абразивного и ударного износа. Сокращение сроков службы этих элементов ведет не только к росту прямых затрат на замену, но и к ухудшению качества дробления и снижению общей надёжности оборудования. Цель анализа — систематизация подходов к повышению долговечности футеровок через конструктивные, материаловедческие и цифровые решения.

Проведённый анализ литературных источников показывает, что ключевыми направлениями повышения долговечности футеровок являются оптимизация конструктивных решений, применение современных материалов и внедрение цифровых систем диагностики. Одним из перспективных конструктивных подходов является модификация геометрии футеровок, например, придание им трапециевидальной формы с двойным скосом или использование сегментированных систем с возможностью осевого регулирования, что упрощает монтаж и компенсирует производственные допуски [1, 2]. Важным направлением является профилирование рабочей поверхности брони с учётом прогнозируемого износа для поддержания стабильных технологических показателей на протяжении всего срока службы.

Материаловедческий аспект остаётся фундаментальным для обеспечения износостойкости. Наиболее распространённым материалом для футеровок по-прежнему является сталь 75Г13Л, обладающая высокой устойчивостью к ударно-абразивным нагрузкам благодаря уникальной способности к наклёпу — увеличению твёрдости и износостойкости поверхностного слоя в процессе эксплуатации. Перспективным направлением является использование композитных решений, включающих износостойкие полимерные слои, что позволяет сочетать высокую твёрдость металла и свойства полимеров [2].

Современные методы диагностики, такие как лазерное 3D-сканирование и цифровое моделирование, позволяют точно оценивать остаточный ресурс футеровок, прогнозировать износ и оптимизировать сроки замены. Интеграция систем искусственного интеллекта для анализа данных работы дробилки и состояния футеровок открывает возможности для перехода от планово-предупредительного обслуживания к предиктивному, что значительно сокращает простои и эксплуатационные расходы.

Список используемых источников

1. Мусаев М. А., Иванов И. И., Петров П. С. Футеровка для конусной дробилки : пат. 2842419 Рос. Федерация : МПК В02С 2/04 (2006.01) / АО "Горные машины". — № 2023111225 ; заявл. 21.04.2023 ; опубл. 20.02.2024.
2. Захаров А. М., Сидоров В. Л., Козлов Д. Н., Николаев С. И. Защитная футеровка дробилки : пат. 2780746 Рос. Федерация : МПК В02С 2/00 (2006.01) / ООО "Горнодобывающие технологии". — № 2021101234 ; заявл. 11.01.2021 ; опубл. 27.09.2022.

Белокрылова Д.А. (студент)

СОРБЦИОННОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЗОЛОТА: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Современная золотодобывающая промышленность сталкивается с необходимостью освоения сложных типов сырья: бедных окисленных руд, упорных руд с углистым веществом и техногенных отходов. В этих условиях сорбционное выщелачивание, объединяющее стадии растворения и извлечения золота в едином цикле, становится ключевым инструментом повышения ресурсной эффективности. Анализ научных публикаций и патентных решений выявил три направления развития технологий.

Во-первых, дифференцированный подход к выбору сорбента в зависимости от состава сырья. Для флотационных концентратов предпочтительны ионообменные смолы (АМ-2Б) с извлечением до 97,3 %, для рядовых руд — активированные угли (АГ-95, NORIT 335) с извлечением 75–91% [1, 2]. Критична тонина помола: для окисленных руд оптимум при 88–90 % класса –0,071 мм, для руд с углистым веществом — при 66 % из-за риска «паразитной сорбции» [1].

Во-вторых, оптимизация режимов эксплуатации. Эффективна кислотная регенерация углей (снижение зольности с 13 % до 10 %, рост константы скорости адсорбции на 23 %) [2]. Патентные решения предлагают промежуточную регенерацию смол при концентрации золота 0,9 мг/л, донасыщение анионитов товарным десорбатом, двухстадийное выщелачивание для нейтрализации влияния природных сорбентов [1].

В-третьих, происходит переход к комплексным схемам с интеграцией гравитационного, флотационного и сорбционного обогащения. Это позволяет вовлечь бедное сырье (хвосты с содержанием 0,4 г/т) и повышать общее извлечение с 30–40% до 65–80% [3]. Патенты демонстрируют стремление к модульности оборудования и замкнутости реагентных циклов [3].

Дальнейшее развитие будет определяться созданием гибких технологических цепочек, адаптированных к конкретному типу сырья, с оптимизированным управлением процессами сорбции и регенерации.

Список используемых источников

1. Гурман, М. А. Результаты исследований по угольно-сорбционному выщелачиванию золота / М. А. Гурман, Т. Н. Александрова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – № S4. – С. 320-327. – EDN LDFEPB..
2. Мязин, В. П. Влияние активированного угля на эффективность сорбционного выщелачивания золотосодержащих руд (на примере обогатительной фабрики ГОКа «Кубака») / В. П. Мязин, С. А. Арданаева // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2024. – Т. 30, № 1. – С. 62-72. – DOI 10.2109/2227-9245-2024-30-1-62-72. – EDN HEBDJG.
3. Носиров Н.И. Исследование способов извлечения золота и серебра из хвостов золотоизвлекательных фабрик// Scientific progress. 2021. №6.

Работа выполнена под научным руководством доцента, д.т.н., профессора кафедры ГМДиОПИ Ореховой Н.Н. (AuthorID: 207952)

Фадеева Н.В. (AuthorID: 459197), Мацук А.П. (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА СОХРАННОСТЬ ГРАФИТОВЫХ ЧАСТИЦ И СЕЛЕКТИВНОСТЬ ФЛОТАЦИИ ЖЕЛЕЗОГРАФИТОВОЙ ПЫЛИ

Источником получения графита могут служить не только графитовые руды и искусственный графит, но и отходы различных производств, в том числе металлургического. Различные типы исходного графитового сырья отличаются структурой графита и содержанием углерода. При этом наиболее широкое использование находит графитовое сырье, содержащее кристаллический графит: явнокристаллические и плотнокристаллические графитовые руды, и железографитовая пыль металлургического производства, содержащая чешуйчатый графит.

Качество графитовых материалов определяется областями его использования, при этом основными показателями качества являются низкая зольность или высокое содержание углерода и тонина помола, а именно массовая доля остатка на сите с сеткой не менее 0,2 мм. Зольные примеси в природном сырье или железосодержащие частицы в техногенном продукте часто оказываются заключены в пространстве между чешуйками графита и для их высвобождения и последующего удаления тем или иным способом потребуется измельчение. С другой стороны, использование процессов измельчения неизбежно приведет к потере другой качественной характеристики – уменьшению крупности чешуек.

Возникающая технологическая дилемма может быть решена подбором условий измельчения, обеспечивающих сохранность чешуек и возможность получения концентратов с низкой зольностью. Целью данной работы являлось исследование влияния типа измельчающей среды барабанных вращающихся мельниц на основные качественные характеристики графитового концентрата, полученного из железографитовой спели флотацией. В качестве измельчающей среды использовались шары, цельпесы цилиндрической и конической форм и разных размеров, стержни. Для оценки исследуемых параметров на раскрытие сростков и показатели последующей флотации использовали гранулометрический, магнитный и оптико-микроскопический анализы.

Продукты измельчения, полученные при использовании различных мелющих тел, сравнивались по гранулометрическому составу и были выбраны условия получения продуктов с одинаковым распределением частиц по крупности. Магнитный анализ продуктов по классам крупности выявил различия в раскрываемости частиц, оцениваемой по содержанию частиц с одинаковыми магнитными свойствами. Учитывая влияние на флотационные свойства крупности частиц, флотацию железографитовой спели, измельченной с использованием различных мелющих тел, проводили в узких классах крупности, с границей разделения - 0,25мм. Концентраты флотации проанализированы на содержание магнитных частиц и сохранность чешуек. На данном этапе исследований установлено, что лучшую сохранность чешуек обеспечивает использование в качестве измельчающей среды стержней и крупных цилиндрических цельпесов. При этом селективность флотации оказалась несколько выше, чем при использовании шаровой измельчающей среды и флотации без разделения на узкие фракции.

Михайлов А.В. (AuthorID: 176563), Данилов А.С. (студент),
Гажов А.А. (студент)

АНАЛИЗ ВЯЗКОСТИ ТОРФО-ВОДЯНОЙ СУСПЕНЗИИ

Агропромышленные (рекультивация территорий после горных разработок) технологии предусматривают создание плодородного слоя почвы для выращивания растений. Кроме удобрений и почвоулучшителей в настоящее время применяются торфогуминовые препараты в качестве натурального биостимулятора роста и развития растений. Для того чтобы получить концентрат гуматов, необходимо провести процессы диспергирования и экстракции гуматов из органогенного сырья, позволяющие перевести более 80% сырья в легкодоступные формы гуматов. Основой его «активации» является процесс разрушения органических молекул. Механическая активация суспензии диспергированием проводится при помощи кавитатора. Химическая активация проводится посредством щелочной экстракции. В ходе эксперимента в лопастной мешалке была подготовлена торф-водяная суспензия текучей консистенции из низинного торфа степенью разложения 33%. Торфяное сырье, не только связывают дисперсионную среду, но и набухает. Плотность полученной суспензии 1071 кг/м^3 , $\text{pH}=4,17$. Значение плотности оказалось завышенным из-за высокой зольности исходного сырья $A_c=19,45\%$. Для определения реологических характеристик дисперсных систем наиболее часто используют ротационные вискозиметры, которые характеризуются широкими пределами измерений и воспроизводимостью результатов. В рамках исследования вязкость суспензии была измерена на ротационном вискозиметре ИКА ROTAVISC hi-vi II Advanced (шпindel SP10). В таблице приведены результаты измерений при температуре суспензии $+17 \text{ }^\circ\text{C}$.

Результаты измерений вязкости суспензии

Частота вращения, мин-1	Крутящий момент, %	Динамическая вязкость, Па·с
10	44,9	18,08
20	52,5	10,54
40	59,8	5,78
80	70,0	3,45
100	73,5	2,93
130	78,5	2,42
160	82,7	2,03
180	85,0	1,86
200	87,0	1,72

По результатам эксперимента отмечено, что вязкость суспензии зависит от градиента скорости вращения шпинделя вискозиметра. Установлена зависимость между вязкостью и градиентом скорости, что важно для неньютоновских (псевдопластичных) жидкостей. Таким образом, динамическая вязкость суспензии зависит от механического воздействия на нее. Полученные данные ложатся в основу при выборе характеристик перекачивающих насосов, фильтров или центрифуг для очистки суспензии от взвешенных нерастворимых микрочастиц (особенно включений мелкого песка) перед проведением активации для получения гуматов.

Секция «Современные проблемы аглодоменного производства»

УДК 669.162.16

Юдина С.В. (AuthorID: 232366)

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ, КОМПЕНСИРУЮЩИХ ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КРУПНОСТИ КОКСА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Увеличение эквивалентной по поверхности крупности кокса сопровождается уменьшением производительности доменной печи в связи с самопроизвольным перераспределением его в колошниковом пространстве [1,2]. Для эффективной ее работы в условиях изменения крупности кокса целесообразно корректировать режим загрузки.

Путем проведения математического моделирования для компенсации самопроизвольного перераспределения кокса разработали рациональные режимы загрузки шихтовых материалов по кольцевым зонам колошника доменной печи при использовании в составе шихты кокса с различным гранулометрическим составом для различных сырьевых и газодинамических условий [3].

Установление новых режимов загрузки компонентов шиты в колошниковом пространстве при увеличении крупности кокса обеспечили увеличение производительности печи за счет повышения интенсивности по дутью и уменьшение удельного расхода кокса за счет улучшения дренажной способности кокса в горне печи.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России (проект FZRU-2026-0003).

Список используемых источников

1. Влияние крупности кокса на показатели работы доменной печи, оснащенной конусным загрузочным устройством, в условиях ПАО «ММК» / А. С. Харченко, А. В. Павлов, С. В. Юдина, С. К. Сибатуллин // Черные металлы. – 2023. – № 12. – DOI 10.17580/chm.2023.12.04
2. Влияние эквивалентной крупности кокса на показатели работы доменной печи, оснащенной лотковым загрузочным устройством, в условиях ПАО «ММК» / Харченко А.С., Юдина С.В., Сибатуллин С.К., Свечникова Н.Ю., Юдин Д.В., Кургузов К.В., Павлов А.В. // Теория и технология металлургического производства. 2024. №4(51). С. 4-8.
3. Математическое моделирование влияния эквивалентной крупности кокса на изменение температурного режима по радиальным зонам доменной печи для различных параметров загрузки и дутья / А. С. Харченко, А. В. Павлов, С. В. Юдина [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2025. – Т. 23, № 2. – С. 41-49. – DOI 10.18503/1995-2732-2025-23-2-41-49. – EDN ZTZBDC.

Харченко А.С. (AuthorID: 676272), Сибатуллин М.И. (AuthorID: 1015108),
Харченко Е.О. (AuthorID: 676272), Антонченко В.П. (аспирант),
Свиридова М.А. (студент)

ВАРИАНТ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЧУГУНА И ШЛАКА В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА СОВМЕСТНО С УЛУЧШЕНИЕМ КОКСА

В России металлургические процессы относятся к ключевым явлениям, определяющим экономику страны. Затраты на кокс и экологические проблемы при этом имеют стратегическое значение. Следовательно, важно продолжение исследований хода процессов и поиска путей дальнейшего снижения удельного расхода кокса. Традиционные способы, которые отражены в справочной литературе [1], предусматривают последовательное воздействие на уровень технологических параметров доменной плавки по отдельности. Для повышения эффективности известных и новых мероприятий предложена совместность их реализации в определённых соотношениях [2, 3]. На доменной печи объемом 2014 м³ ПАО «ММК» увеличением потребления природного газа на 12,8 м³/т чугуна, путём доведения его от 118,1 до 130,9 м³/т чугуна, при одновременном улучшении качества кокса получили снижение его расхода на 9,95 кг/т чугуна, суммарного расхода топлива-восстановителя на 0,96 кг/т чугуна. Комплекс условий привёл к следующему изменению состава чугуна (+ увеличение, – уменьшение), %отн.:

Si	Mn	S	Ti	P	Cr	C
-2,85	+7,78	+5,88	+33,3	+13,0	+50,0	+0,59

Изменение состава шлака получилось следующим, %отн.:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MnO	FeO	S	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O
-1,32	+4,61	-2,83	+15,0	+3,85	-7,46	+28,3	+2,10	0

Степень эндотермического прямого восстановления по Павлову (углеродом из FeO до Fe) уменьшилась на 3,8%абс. при снижении степени восстановления газом CO на 2,3%абс. за счёт роста степени восстановления водородом на 6,1%абс. При этом использование CO на восстановление ухудшилось на 4,1%абс. а водорода улучшилась на 4,0%абс.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России (проект FZRU-2026-0003)

Список используемых источников

1. Товаровский, И. Г. Нормативная оценка влияния параметров доменной плавки на расход кокса и производительность / И. Г. Товаровский, // Сталь. – 2014. – №. 5 – С. 4-11. – EDN: UADSMV.
2. Стефанович, М. А. Использование средств организации доменного процесса / М. А. Стефанович, С. К. Сибатуллин и др. // Производство чугуна. Вып. 8. Свердловск: изд. УПИ им. С.М. Кирова. – 1982. – С. 99 – 107.
3. / Харченко, А. С. Влияние эквивалентной крупности кокса на показатели работы доменной печи, оснащённой лотковым загрузочным устройством, в условиях ПАО «ММК» / А. С. Харченко, С. В. Юдина, С. К. Сибатуллин, Н. Ю. Свечникова, Д. В. Юдин, К. В. Кургузов, А.В. Павлов // Теория и технология металлургического производства. – 2024. – № 4 (51). – С. 4-8. – EDN: ТВЈУМН

Сибгатуллин С.К. (AuthorID: 434416), **Харченко А.С.** (AuthorID: 676272),
Харченко Е.О. (AuthorID: 676272), **Макарова И.В.** (AuthorID: 744717),
Кузнецова Н.И. (магистрант), **Антонченко В.П.** (аспирант)

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБОГАЩЕНИЯ ДУТЯ КИСЛОРОДОМ НА ХОД МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Дополнительное обогащение дутья кислородом относят к главным направлениям развития технологии металлургического производства [1]. В России изменились условия осуществления соответствующих процессов. Корректируют параметры загрузки и дутья в новых условиях работы доменных печей [2, 3]. В связи с этим стало актуальным изучение хода процессов при дополнительном обогащении дутья кислородом совместно с увеличением потребления природного газа и коксовой фракции, загружаемой совместно с железорудными материалами.

На рассмотренной доменной печи уменьшили расход скипового кокса от периода I к периоду II на 20 кг/т чугуна (5,93%), от периода I к периоду III на 15,1 кг/т чугуна (3,79%). На каждый 1%_{абс} обогащения дутья кислородом получили 2,57 и 2,38% прироста производительности печи. Выявили следующие основные изменения хода процессов:

- степень развития эндотермической реакции прямого восстановления железа из FeO сократилась от периода I к периоду II на 6,4%_{абс.}, к периоду III на 7,7% за счёт роста степени восстановления водородом;

- условия схода шихты позволили повысить среднюю степень уравнивания материалов подъёмной силой газового потока от горна до колошника) на 17,47%_{отн.} в периоде II и на 1,54%_{отн.} в периоде III;

- длительность движения кокса до зоны горения уменьшилась на 5,07 и 8,21%, в соответствии с создававшимися условиями по движению материалов к горну;

- степень заполнения продуктами плавки меж кусковых пустот кокса в горне увеличилась на 6,68%_{отн.} в периоде II по сравнению с I при уменьшении её на 3,55% в периоде III по сравнению с I;

- интенсивность орошения кокса продуктами плавки выросла на 5,96 и 0,25%.

Список используемых источников

1. Григорович, К. В. XVI Международная научная конференция «Физико-химические основы металлургических процессов» имени академика А.М. Самарина. / К. В. Григорович // Сборник статей Международной научной конференции. – 2025. – С. 13-15. – EDN: YIMKGR.

2. Харченко, А. С. Математическое моделирование влияния эквивалентной крупности кокса на изменение температурного режима по радиальным зонам доменной печи для различных параметров загрузки и дутья / А. С. Харченко, А. В. Павлов, С. В. Юдина, С. К. Сибгатуллин, Н. Ю. Свечникова, Д. В. Юдин // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2025. – Т. 23. – № 2. – С. 41-49. – EDN: ZTZBDC

3. Дмитрин, И. Г. Влияние состава шихты взвешенной плавки на концентрацию кислорода в дутье / И. Г. Дмитрин, Д. А. Горлов, Н. В. Марченко // Научный вестник Арктики. – 2021. – № 11. – С. 42-44. – EDN: HDPUGE.

Харченко А.С. (AuthorID: 676272), **Бигеев В.А.** (AuthorID: 274795),
Потапова М.В. (AuthorID: 680509), **Сысоев В.И.** (AuthorID: 739897),
Эпова И.А. (AuthorID: 1318583), **Свиридова М.А.** (студент)

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ХРОМА ИЗ ПРИРОДНО-ЛЕГИРОВАННЫХ ХРОМОМ И НИКЕЛЕМ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

Природнолегированные хромом и никелем руды являются ценным сырьем для получения хромоникелевых чугунов, однако при дальнейшей переработке таких чугунов в сталеплавильном переделе повышенное содержание хрома ухудшает физико-химические свойства наводимых шлаков [1,2]. Для извлечения хрома руду дробят, обжигают в смеси с реагентом-окислителем и щелочным флюсом, после чего полученный спек выщелачивают горячей водой. Степень извлечения хрома достигает 60-70 %, железо и никель в щелочной среде переходят в раствор в следовых количествах [2].

В экспериментах по гидрометаллургическому извлечению хрома из руд Орско-Халиловского месторождения исходную руду дробили до крупности 0-500 мкм и спекали вместе с окислителем и флюсом. Полученный монолитный спек дробили до получения класса менее 315 мкм и выщелачивали Cr^{+6} в раствор в форме хромат-иона CrO_4^{2-} горячей водой. Максимальное извлечение хрома водой при температуре 95°C достигалось за 15 мин. Полученный раствор хромат-иона после подкисления направляли на получение электролитического хрома. Подсушенный железосодержащий кек после рафинирования [3] использовали для получения перedefльного чугуна [4].

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России (проект FZRU-2026-0003).

Список используемых источников

1. Лабораторные исследования твердофазного восстановления никельсодержащих руд Сахаринского месторождения с получением металлизированного продукта / В. А. Бигеев, А. С. Харченко, М. В. Потапова, В. И. Сысоев // Черные металлы. – 2023. – № 12.
2. Патент № 2688072 С1 Российская Федерация, МПК С22В 34/22, С22В 34/34, С22В 1/00. способ извлечения ванадия и хрома из ванадиево-хромовых шлаков : № 2018136315 : заявл. 15.10.2018 : опубл. 17.05.2019 / З. Фу, Л. Цзянь, М. Ли, Г. Гао ; заявитель ПАНЬГАН ГРУП ПАНЬЧЖИХУА АЙРОН ЭНД СТИЛ РИСЕЧ ИНСТИТЬЮТ КО., ЛТД.. – EDN GBSEVR.
3. Патент № 2808305 С1 Российская Федерация, МПК С22В 23/02, С22В 5/12, С22В 5/18. Способ переработки бедной окисленной никелевой руды : № 2023116226 : заявл. 21.06.2023 : опубл. 28.11.2023 / В. А. Бигеев, А. С. Харченко, М. В. Потапова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова".
4. Изучение поведения марганца и кремния при получении силикомарганца из бедных марганцевых руд / А. С. Харченко, М. В. Потапова, Л. А. Закуцкая [и др.] // Теория и технология металлургического производства. – 2023. – № 2(45). – С. 13-18

Сибатуллин С.К. (AuthorID: 434416), **Свечникова Н.Ю.** (AuthorID: 499760),
Харченко Е.О. (AuthorID: 676272), **Кузьмина Е.Е.** (магистрант),
Багомедова У.М. (преподаватель)

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ НА ХОД МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УВЕЛИЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ «Y» УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ ДО 22 ММ

Металлургический процесс, функционирующий на основе железа, включает явления, развивающиеся в доменной печи при обязательном использовании кокса, который является основным энергоносителем и выполняет разнообразные функции [1, 2]. В формировании его качества важны свойства угольной шихты, среди характеристик которой показатель «Y» относят к наиболее существенным критериям её оптимальности [3]. В связи с этим оценили действие на ход процессов доменной плавки приближения показателя «Y» коксуемой угольной шихты к максимальным значениям.

На доменной печи объемом 1370 м³ использование кокса, произведенного из угольной шихты с показателем «Y» = 22 мм, взамен «Y» = 20 мм, сопровождалось следующими основными изменениями хода процессов:

- степень эндотермической реакции прямого восстановления железа из FeO сократилась на 0,4%_{абс.} за счёт роста степени восстановления газом CO;
- средняя степень уравнивания материалов подъёмной силой газового потока от горна до колошника снизилась на 4,91 %_{отн.};
- уменьшение динамического напора поднимающихся от горна к колошнику печных газов, приведенного к пустому сечению в рабочих условиях по температуре и давлению, составило: у поверхности слоя шихты 0,93, в распаре 1,11, в нижней части заплечиков 1,81%;
- длительность движения кокса до зоны горения увеличилась на 1,35 %;
- эквивалентная по поверхности крупность скипового кокса (f_{экв}) повысилась на 1,27%, а средневзвешенная (f_{срв}) уменьшилась на 1,75%.
- отношение f_{экв}/f_{срв} увеличилось от 0,975 до 1,00, то есть их роль стала равнозначной.

Комплекс действий повысил производительность печи на 2,36% при росте суммарного расхода топлива-восстановителя на 0,57 кг/т чугуна.

Список используемых источников

1. Павлов, А. В. Повышение эффективности работы доменной печи использованием в составе шихты кокса батареи №10 ПАО «ММК» / А. В Павлов, А. С Харченко, С. В. Юдина, С. К. Сибатуллин, В. К. Дубровин // Черные металлы. – 2025. – № 12(1128). – С. 9-12. – DOI 10.17580/chm.2025.12.02.
2. Харченко, А. С. Влияние крупности кокса на показатели работы доменной печи, оснащённой конусным загрузочным устройством, в условиях ПАО «ММК» / А. С. Харченко, А. В. Павлов, С. В. Юдина, С. К. Сибатуллин // Черные металлы. – 2023. – № 12. – С. 20-24. – EDN: LUTKHW
3. Козырева, Е. Н., Исследование газокинетических, физико-технических, петрографических и сорбционных свойств углей марки Ж. / Е. Н. Козырева, Н. С. Плаксин, Р. И. Родин // Кокс и химия. – 2025. – № 9. – С. 10-16. – EDN: GUTYTC.

Сибатуллин С.К. (AuthorID: 434416), **Сысоев В.И.** (AuthorID: 739897),
Решетова И.В. (AuthorID: 1255123), **Логачёв Г.Н.** (аспирант),
Магасумов Г.З. (аспирант), **Янтурин А.Н.** (магистрант)

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ МАГНЕТИТОВОГО И ЖЕЛЕЗОСИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ ПРОВЕДЕНИЕМ АГЛОМЕРАЦИИ

Генетический тип добываемых руд существенно влияет на свойства производимого из них продуктов [1-3]. В связи с этим провели лабораторные и промышленные исследования по изучению перехода в агломерационном производстве от магнетитового железорудного сырья ССГПО (МС) к железосиликатному КМА в виде концентратов и аглоруд. В промышленности снижение удельного расхода кокса составило 5,3 %, увеличение сопротивления агломерата удару 2,52 %, уменьшение его истираемости на 3,80 % при составе агломерата, %:

	Fe	FeO	S	SiO ₂	CaO	MgO	MnO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Zn	P	Cr
МС	55,11	11,06	0,06	6,60	11,56	1,97	0,22	1,65	0,20	0,03	0,03	0,02
ЖСС	54,43	10,49	0,07	7,06	2,09	2,11	0,26	1,35	0,18	0,03	0,03	0,02

Основными мероприятиями, настраивающими агломерационный процесс дополнительно к составу шихты, были увеличение высоты слоя на 8,4 %, разряжения после циклонов на 3,9 % с регулированием скорости движения паллет по температуре газов в вакуум-камерах и в общем коллекторе. В лабораторных экспериментах для спекания готовили шихты, включающие 70 % железорудной смеси и 30 % возврата, при содержании в смеси Михайловского флотоконцентрата 76 %, аглоруды 24 %. Процентное соотношение между Михайловской и Стойленской аглорудами составляло: 50:50; 75:25 и 25:75. Наилучшую удельную производительность показали опыты с соотношением Михайловской и Стойленской аглоруд 50%:50%. Сопротивление годного агломерата удару получилось наиболее высоким, а истираемость низкой в опытах с соотношением этих аглоруд 25%:75%.

Список используемых источников

1. Малышева, Т. Я. Петрография и минералогия железорудного сырья / Т. Я. Малышева, О. А. Долинская. – М.: «МИСИС», 2004. – 424 с. ISBN 5-87623-130-4.
2. Сысоев, В. И. Влияние основности шихты, включающей новый флотационный концентрат Михайловского ГОК на агломерационный процесс и качество агломерата / В. И. Сысоев, Г. З. Магасумов, А. В. Дзюба, А. С. Харченко, С. К. Сибатуллин, И. М. Потапов, И. В. Решетова // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки. – 2022. – № 21. – С. 20-30. – EDN: XVNTGM.
3. Харченко, А. С. Расчётное содержание железа в шлаках производства никелевого фэйнштейна из природных разновидностей руд Талнахского месторождения / А. С. Харченко, С. К. Сибатуллин, В. А. Бигеев, В. М. Кирик, А. И. Вакуленко, А. А. Сапожников // В книге: Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции. – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова». – 2025. – С. 66. – EDN: QAWOOL.

Сысоев В.И. (AuthorID: 739897), **Решетова И.В.** (AuthorID: 1255123),
Макарова И.В. (AuthorID: 744717), **Посохин М.А.** (AuthorID: -),
Кургузов К.В. (AuthorID: 1306471), **Багомедова У.М.** (преподаватель)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА МИНЕРАЛЬНОЙ СВЯЗКИ В ЖЕЛЕЗОРУДНОМ АГЛОМЕРАТЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ СПЕКАНИЯ И КАЧЕСТВО СПЕКА В УСЛОВИЯХ ПОСТОЯННОЙ ОСНОВНОСТИ

Агломерат традиционно является основным железорудным материалом в составе доменной шихты [1]. В условиях, работы печи на заданной основности когда основность агломерата жестко задана требованиями доменного цеха, исходя из химического состава компонентов доменной шихты и доли окатышей [2], научный и практический интерес представляет исследование влияния общего количества минеральной связки, выражаемого через содержание в агломерате оксида SiO_2 , на показатели аглопроцесса и прочностные характеристики агломерата [3]. С этой целью были проведены эксперименты по изучению влияния содержания диоксида кремния в агломерате на показатели аглопроцесса и качество агломерата [4] в шихтовых условиях аглофабрики №5 ПАО «ММК».

Для изучения влияния содержания минеральной связки в агломерате на показатели процесса и качество агломерата были приготовлены шихты с содержаниями оксида кремния 4,5 %, 6,5 % и 8,5 % соответственно. Все смеси имели равную основность по отношению CaO/SiO_2 , составлявшую 1,60 ед. Проведенные спекания показали, что повышение содержания оксида кремния в целом снижает выход годного агломерата и удельную производительность аглоустановки по годовому агломерату, однако прочность агломерата, как «горячая», так и «холодная», изменяется экстремально, демонстрируя выраженный минимум при содержании оксида кремния 6,5 %. Полученные результаты помогут при разработке системы рационального планирования использования шихтовых материалов агломерационного производства.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России (проект FZRU-2026-0003)

Список используемых источников

1. Aspects of sintering the magnesian iron ore concentrate in blends with magnetite concentrates / S. K. Sibagatullin, A. S. Kharchenko, D. N. Gushchin [et al.] // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2021. – Vol. 56, No. 5. – P. 1089-1101
2. Влияние распределения воды между операциями смешивания и окомкования на прочностные свойства аглошихты и показатели качества железорудного агломерата / С. К. Сибатуллин, А. С. Харченко, В. И. Сысоев [и др.] // Теория и технология металлургического производства. – 2023. – № 1(44). – С. 4-10
3. Определение рациональных параметров агломерации титаномагнетитовых руд Суоямского месторождения / А. С. Харченко, С. К. Сибатуллин, В. И. Сысоев, С. В. Осколков // Черные металлы. – 2022. – № 12. – С. 10-16. – DOI 10.17580/chm.2022.12.02. – EDN UXOLKU.
4. 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. – EDN PELAAG.

Решетова И.В. (AuthorID: 1255123), **Макарова И.В.** (AuthorID: 744717),
Кургузов К.В. (AuthorID: 1306471), **Свиридова М.А.** (студент),
Антонченко В.П. (аспирант)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СВЯЗУЮЩЕЙ ДОБАВКИ НА КАЧЕСТВО ПОДГОТОВКИ АГЛОШИХТЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА СПЕКАНИЯ

Ежегодное использование железных руд металлургическими предприятиями РФ сопровождается уменьшением объемов запасов и истощением по содержанию в них ценного компонента [1]. Уменьшение содержания железа в них вынуждает проводить глубокое обогащение, что в дальнейшем осложняет процесс окомкования. В качестве мероприятия, компенсирующего уменьшение крупности концентрата, перспективно применение поверхностно-активных веществ (ПАВ) в роли дополнительного связующего компонента [2].

В лаборатории кафедры МиХТ ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» исследовали изменение технико-экономических показателей агломерационной установки при вводе в состав шихты водорастворимой добавки, синтезированной на базе тримеров пропилена и характеризующейся высокой эффективностью в неионогенной форме.

В качестве основных железорудных составляющих использовали Михайловский и Лебединский концентраты в соотношении 70:30. Оставшаяся часть ЖРС была представлена рудами: Стойленской, Богословской, Михайловской в соотношении 50:25:25 [3,4].

В ходе экспериментов установили, что использование связующего улучшает процесс подготовки шихты, повышая её газопроницаемость, что благоприятно влияет на металлургические свойства агломерата и эффективность агломерационного процесса.

Список используемых источников

1. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2023 году / Минприроды России. — М., 2025. — 70 МБ.
2. Сибатуллин, С. К. Применение органических связующих компонентов в процессе агломерации железорудного сырья / С. К. Сибатуллин, А. В. Иванов, И. В. Решетова // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2010. – № 4(32). – С. 30-32.
3. Влияние распределения воды между операциями смешивания и окомкования на прочностные свойства аглошихты и показатели качества железорудного агломерата / С. К. Сибатуллин, А. С. Харченко, В. И. Сысов [и др.] // Теория и технология металлургического производства. – 2023. – № 1(44). – С. 4-10.
4. Влияние основности шихты, включающей новый флотационный концентрат Михайловского ГОК, на агломерационный процесс и качество агломерата / В. И. Сысов, Г. З. Магасумов, А. В. Дзюба [и др.] // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки. – 2022. – № 21. – С. 20-30.

Магасумов Г.З. (AuthorID: 1166772), Багомедова У.М. (преподаватель)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО СВЯЗУЮЩЕГО ПРИ КАРБОТЕРМИЧЕСКОМ ОБЕСЦИНКОВАНИИ ПЫЛИ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Пыль электросталеплавильного производства представляет собой ценный источник железа и цинка при условии их эффективного разделения. Известны пирометаллургический, гидрометаллургический и комбинированный методы обесцинкования [1]. При применении пирометаллургического метода (карботермический процесс «вельцевания») [2] удастся перерабатывать низкосортное сырье с высокой степенью извлечения цинка [3], однако материал требует предварительного окомкования с получением прочных сырых окатышей. Структуру таких окатышей разрыхляет углерод коксовой пыли, представляющий собой гидрофобную добавку. Решением является использование дифильного органического связующего или ПАВ для повышения прочности связывания гидрофильного и гидрофобного компонентов шихты [4]. С этой целью в лабораторных условиях была изучена прочность окатышей, приготовленных на основе пыли ЭСПЦ и углеродистого восстановителя, пыли установки сухого тушения кокса, с добавлением органического связующего. Эксперименты позволили установить оптимальные показатели влажности шихты и расхода связующего в зависимости от содержания углерода для получения прочных окатышей для вельц-процесса.

Список используемых источников

1. Выявление минимального количества углерода для удаления цинка из шламов ККЦ пирометаллургическим способом / Г. З. Магасумов, В. И. Сысоев, С. К. Сибатуллин [и др.] // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2024. – Т. 15, № 1. – С. 26-28.
2. Обесцинкование шламов кислородно-конвертерного цеха пирометаллургическим методом / С. К. Сибатуллин, Г. З. Магасумов, М. А. Свиридова [и др.] // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 21–25 апреля 2025 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2025. – С. 72.
3. Исследование обесцинкования шламов ККЦ ПАО «ММК» проведением процесса восстановления углеродом коксовой мелочи / В. А. Бигеев, А. С. Харченко, С. К. Сибатуллин [и др.] // Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований : Труды VI Конгресса с международным участием «ТЕХНОГЕН 2023», Екатеринбург, 11–14 июля 2023 года. – Екатеринбург: ООО Универсальная типография «Альфа Принт», 2023. – С. 179-182.
4. Производство железорудных окатышей с органическим связующим / Г. А. Зинягин, С. Н. Зорин, Р. М. Вайнштейн [и др.] // Горный журнал. – 2003. – № 9. – С. 41-44.

Работа выполнена под научным руководством доц., д.т.н. Харченко А.С. (AuthorID: 676272)

УТИЛИЗАЦИЯ ЗАМАСЛЕННОЙ ОКАЛИНЫ В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

Известные способы утилизации замасленной прокатной окалины предполагают предварительное обезмасливание химической или термической обработкой с последующей агломерацией или брикетированием. Несовершенство известных способов утилизации предопределяет низкую степень рециклинга этого техногенного ресурса и накопление его в шламохранилищах [1]. Актуальной представляется разработка способа утилизации замасленной окалины прямой загрузкой в доменную печь без предварительного обезмасливания.

Согласно расчетам [2,3] при загрузке окусованной замасленной прокатной окалины в доменную печь незначительное количество шихтовых материалов, располагающихся над горизонтом начала испарения масла, не может гарантировать полного разложения его паров в процессе фильтрации через слой шихтовых материалов. Более 25 % масла переходит в колошниковую пыль и шлам ВФУ, что может осложнить работу газоочистного оборудования печи. Одним из мероприятий, направленных на повышение степени разложения масла замасленной прокатной окалины, является использование реагентов-окислителей.

Исследование нескольких реагентов-окислителей показало, что способ утилизации замасленной окалины в металлическом контейнере с использованием аммиачной селитры с содержанием 30-40 % от массы загружаемого материала обеспечивает общую степень сгорания и разложения масла, достигающую 90 %.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России (проект FZRU-2026-0003).

Список используемых источников

1. Танутров И.Н., Свиридова М.Н., Чесноков Ю.А., Маршук Л.А. Технологическое моделирование совместного выщелачивания замасленной прокатной окалины и красного шлама. Известия вузов. Черная металлургия. 2020;63(11-12):891–898.
2. Савинов А.С., Харченко А.С., Сибгатуллин С.К., Дзюба А.В., Сысоев В.И., Харченко Е.О., Павлов А.В. Прогнозирование температуры замасленной окалины, упакованной в металлический контейнер, при движении в доменной печи от колошника к горну. Теория и технология металлургического производства. 2024;(4(51)):24–29.
3. Харченко А.С., Сысоев В.И., Сибгатуллин С.К., Дзюба А.В., Савинов А.С., Харченко Е.О. Моделирование распределения компонентов, выделившихся из замасленной окалины, между водо-газо-пылевыми средами системы газоочистки доменной печи. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2025;68(4):332-338.

Работа выполнена под научным руководством доц., д.т.н. Харченко А.С. (AuthorID: 676272)

Метелкин А.А. (AuthorID: 773835), Шешуков О.Ю. (AuthorID:160558),
Кошкарлов Д.А. (AuthorID: 505246), Савельев М.В.,
Егиазарьян Д.К. (AuthorID: 737643), Слепнев К.В. (AuthorID:1328856)

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ РАФИНИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ОКСИДНЫХ РАСПЛАВОВ

В металлургическом производстве ПАО «ЕВРАЗ» филиал «НТМК» формируются рафинировочные шлаки, состоящие из различных оксидных систем. В сталеразливочном ковше преобладают оксиды $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO-Al}_2\text{O}_3$, в доменном производстве $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-TiO}_2$. Десульфурierende свойства шлаков определяются наличием «свободных» анионов кислорода (O^{2-}). В шлаках присутствуют оксиды, которые являются источниками « O^{2-} » (CaO и MgO) и оксиды, которые их поглощают (SiO_2) путем образования комплексных анионов SiO_4^{4-} . Дополнительно, в оксидных расплавах присутствуют амфотерные оксиды алюминия и титана, которые могут проявлять основные и кислотные свойства, поэтому необходимо определить их поведение в зависимости от состава шлака.

Представлена методика расчета рафинирующих свойств шлака, учитывающая влияние основных оксидов, которые являются источниками « O^{2-} » (CaO и MgO), кислотных оксидов которые поглощают « O^{2-} » (SiO_2) путем образования комплексных анионов, а также рассматривает поведение амфотерных оксидов Al_2O_3 и TiO_2 , через коэффициенты взаимодействия $Y_{\text{Al}_2\text{O}_3}$ и Y_{TiO_2} в зависимости от состава шлака.

В результате проведенных исследований и предложенной методики был определен состав шлака обладающий, в условиях технологических операций АО ЕВРАЗ НТМК в АКП, рациональными рафинировочными свойствами: $\text{CaO} - 53,3\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 17,8\%$; $\text{SiO}_2 - 18,8\%$; $\text{MgO} - 8,0\%$; $\text{FeO}+\text{MnO} < 1,5\%$.

Шлак указанного выше состава формировали в течение первого полугодия 2023 года в АКП. В результате были достигнуты следующие результаты: 1) Общий расход шлакообразующих материалов был снижен на 7,5 %; 2) Улучшена десульфурация в среднем на 13,2 %.

Дополнительно, представленная методика была применена для определения рафинировочных свойств доменных шлаков, состоящих из многокомпонентной системы $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-TiO}_2$. Полученная зависимость позволяет оценить рафинировочные свойства доменного шлака и предсказать содержание серы в чугуне, в зависимости от химического состава оксидного расплава. Дополнительно, содержание серы в чугуне зависит от температуры чугуна, чем выше температура, тем меньше содержание серы в нем, но при этом увеличивается расход топлива. Таким образом, прогнозирование рафинировочных свойств шлака дает возможность корректировать расход топлива в доменной печи.

Выводы: В работе представлена методика позволяющая оценить рафинировочные свойства металлургических шлаков с учетом амфотерных оксидов Al_2O_3 и TiO_2 .

Кошкарров Д.А. (AuthorID: 505246), **Слепнев К.В.** (AuthorID: 1328856),
Шешуков О.Ю. (AuthorID: 160558), **Егизарьян Д.К.** (AuthorID: 737643),
Метелкин А.А. (AuthorID: 773835), **Гулаков Н.Ю.** (главный металлург)

ПРОГНОЗ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В ЧУГУНЕ ПУТЁМ ОЦЕНКИ ДЕСУЛЬФУРИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ШЛАКА

В рамках теории ионного строения основность шлака определяется способностью компонентов поставлять свободные анионы O^{2-} в расплав. Электроотрицательность элементов, входящих в состав шлака, напрямую влияет на эту способность, ввиду того что определяет кислотно-основные свойства расплава, структуру и реакционную способность [1]. Поэтому, была совершена попытка описать основность шлака при помощи электроотрицательности по Полингу.

Представлена формула (1), на основе которой была разработана вся модель. Методами математического анализа была проведена оценка её адекватности.

$$\lg B^* = \frac{\frac{X_{CaO} + X_{MgO} + X_{Al_2O_3}}{Y_{CaO} + Y_{MgO} + Y_{Al_2O_3}} + \frac{X_{TiO_2}}{Y_{TiO_2}}}{\frac{X_{SiO_2}}{Y_{SiO_2}}}, \quad (1)$$

где B^* – коэффициент основности шлака

Как итог, модель не только точно определяет значение содержания серы в продуктах плавки, но и раскрывает свойство хорошо управляемого процесса – его случайные отклонения подчиняются закону нормального распределения.

Практическая реализация разработанной модели даёт возможность оптимизировать параметры доменной плавки, т.к. концентрация серы в чугуне зависит от тепловых процессов в металлургическом агрегате [2]. Как следствие создается возможность управлять расходом кокса в зависимости от содержания серы в компонентах доменной плавки, что обеспечит значительный экономический эффект. Результаты работы могут быть применены для повышения эффективности доменного производства в современных металлургических предприятиях.

Список используемых источников

1. Вопросы утилизации рафинировочных шлаков сталеплавильного производства: монография / О.Ю. Шешуков, М.А. Михеенков, И.В. Некрасов, Д.К. Егизарьян, А.А. Метелкин, О.И. Шевченко; М-во образования и науки РФ; ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 208 с.
2. Вегман Е.Ф. Металлургия чугуна: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. / Под редакцией Ю.С. Юсфина. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 774 с.

Секция «Современные проблемы в химической технологии и металлургии. Физикохимия металлургических процессов»

УДК 662.749

Артюшечкин Д.А. (начальник лаборатории исследования угля и кокса НТЦ),
Тиховидов А.С. (ведущий инженер), **Тукаев Д.С.** (инженер 1-й категории),
Потемкин В.Ю. (инженер 2ой категории)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МЕЛОЧИ УГОЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ КОКСА

Цель данной работы является определение оптимального содержания мелких фракций (класс 0-0,5мм) в угольных концентратах и определения их влияний на механическую прочность кокса.

При производстве кокса важную роль в обеспечении высокого качества кокса играет подготовка угольной шихты к коксованию и, в частности, уровень ее измельчения [1]. Для подготовки шихты к коксованию используют ее дробление до необходимого гранулометрического состава. При дроблении шихты (или ее компонентов) может возникать значительное количество мелких фракций (0-0,5мм).

Была проведена работа для определения влияния мелких фракций угольных концентратов на механическую прочность кокса с целью определения оптимального содержания этих фракций в шихте.

По результатам работы были получены следующие результаты:

1. Содержание фракции 0-0.5мм улучшает показатель механической прочности M25 (дробимость) с максимальным значением – 79 при содержании фракции 0-0.5мм 35% на участке от 0 до 35%, после оказывает негативное влияние с минимальным значением 71.0 при содержании фракции 0-0.5мм 90%.
2. Содержание фракции 0-0.5мм оказывает значительное влияние на показатель механической прочности M10 (стираемость), с наименьшим значением – 9.2% с содержанием фракции 0-0.5мм 40 и 45%, после показатель M10 увеличивается.
3. Содержание фракции 0-0.5мм также оказывает влияние на средний размер куска кокса до барабана.
4. Таким образом, оптимальным содержанием фракции 0-0.5мм является 35-45%, при данном содержании достигается наилучшая коксуемость.

Список используемых источников

1. Гайниева, Г. Р. Влияние свойств шихты, условий ее подготовки и коксования на технологические характеристики кокса / Г. Р. Гайниева // Кокс и химия. – 2008. – № 10. – С. 8-13. – EDN JTZBDH.

Волощук Т.Г. (AuthorID: 290628), Кильдиярова Л.С. (AuthorID: 1326427)

ВЫБОР МЕТОДА ЗАЩИТЫ АППАРАТУРЫ БЕНЗОЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ 1 БЛОКА ЦУПХП ПАО «ММК» ОТ КОРРОЗИИ

Интенсивные коррозионные разрушения аппаратуры бензольного отделения, вызванные сероводородом и цианистым водородом, являются основной причиной аварийных остановок и высоких эксплуатационных затрат в 1 блоке ЦУПХП ПАО «ММК».

Особенно они усилилось после смены цикла открытого на закрытый тип конечного охлаждения, что привело к накоплению агрессивных солей-активаторов коррозии в замкнутом контуре технологических сред [1].

Цель работы — провести сравнительный анализ возможных методов защиты оборудования и дать рекомендации по их применению в условиях действующего производства для предотвращения коррозии аппаратуры бензольного отделения.

Для решения этих проблем был проведен анализ двух методов, направленных на подавления активности коррозионной среды:

Промывка циркулирующего каменноугольного масла (0,5-1,5%) смесью флегмовой и сепараторной воды для удаления солей-активаторов коррозии. Соотношение масла и промывной смеси 1:4-1:2. Метод обеспечивает снижение концентрации роданидов, но процесс длительный (снижение с 1000 до 240 мг/л за 7 месяцев) [2].

Нейтрализация конденсата путем дозирования NaOH для поддержания нейтрального уровня pH (он переводит среду из агрессивной кислотой (pH 4-6) в нейтральную или слабощелочную (pH 7-8,5)). Метод эффективен против всех кислот, присутствующих в конденсате (H_2S , HCN, CO_2 , остатки H_2SO_4) [3].

В результате сравнительного анализа установлено, что для условий ПАО «ММК», наиболее сбалансированным по критериям эффективности, стоимости и возможности внедрения является метод нейтрализации конденсата дозированием NaOH. Метод промывки масла является малоприменимой из-за низкой управляемости и низкой скорости.

Список используемых источников

1. А. Ю. Первухин, Г. М. Макаров, О. В. Чуйкина [и др.] // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2017. – Т. 2. – С. 100-101. – EDN ZHTHRJ.
2. Стеценко Е.Я. Коррозия в цехах улавливания химических продуктов коксования. Опыт и рекомендации по ее предупреждению // Кокс и химия. – 1992. – № 4. – С. 40-43.
3. Патент № 342889 СССР, МПК C10G19/02. Способ очистки поглотительного масла : № 148776/23-26 : заявл. 24.04.1970 : опубл. 22.06.1972 / Громов Е.И., Гуськов П.Г., Меликенцов Б.И., Сидоренко И.С., Ильяшенко В.Н. ; заявитель Украинский научно-исследовательский углехимический институт. – С. 1. – EDN RNFLST.

Крылова С.А. (AuthorID: 357742), **Шарафутдинов Д.И.** (студент),
Алексеев Д.И. (AuthorID: 939005)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ И МЕХАНИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА КОКСА В УСЛОВИЯХ КХП ПАО «ММК»

Функции кокса в доменном процессе можно условно разделить на физические, химические и тепловые. основополагающими характеристиками качества доменного кокса как твёрдого топлива являются механическая прочность и фракционный состав, которые обеспечивают стабильный и равномерный поток газового дутья через шихтовую загрузку доменной печи.

В качественном металлургическом коксе должно содержаться минимальное количество фракции кокса крупнее 80 мм; оптимальной для работы доменной печи считается фракция 60-40 мм [1]. Для решения вопроса прогнозирования и управления фракционным составом кокса, могут быть использованы существующие подходы и наработки к построению математических моделей [2]. При создании математической модели важным этапом становится анализ статистических данных на адекватность [3].

В данной работе для анализа данных выборки с КХП ПАО «ММК» (параметры угольной шихты и показатели механической прочности кокса) была применена и доработана методика [3], позволяющая сделать заключение об адекватности выборки с целью построения математических моделей. Были выполнены: 1) предварительный анализ данных; построены гистограммы распределения переменных из выборки, рассчитаны статистические характеристики параметров кокса и шихты в выборке; 2) основной (с использованием факторного анализа) и дополнительный (корреляционный анализ взаимосвязи между истираемостью M10 дробимостью M25) анализы для установления соответствия взаимосвязей в выборке с литературными данными и физическим процессом производства кокса.

Список используемых источников

1. Снижение доли класса более 80 мм в валовом металлургическом коксе. Сообщение 1. Обзор / Д. И. Алексеев, Е. А. Миленина, А. В. Швалева [и др.] // Кокс и химия. – 2025. – № 1. – С. 13-18. – DOI 10.52351/00232815_2025_1_13. – EDN ZYNYMO.
2. Смирнов, А. Н. Анализ математических моделей по управлению показателями качества кокса M25, M10, применяемых на коксохимических предприятиях России / А. Н. Смирнов, Д. И. Алексеев // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2018. – Т. 22, № 2(133). – С. 166-181. – DOI 10.21285/1814-3520-2018-2-166-181. – EDN YRRIAP.
3. Степанов, Е. Н. Особенности формирования значимых факторов работы коксовых батарей и оценки технологических параметров угольной шихты / Е. Н. Степанов, А. Н. Смирнов, Д. И. Алексеев // Качество и жизнь. – 2017. – № 2(14). – С. 63-73. – EDN YUQHCP.

Махоткина Е.С. (AuthorID: 663276), **Шубина М.В.** (AuthorID: 484077),
Шагабутдинова Д.И. (студент)

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОКСОВОЙ МЕЛОЧИ: ПОЛУЧЕНИЕ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ

В настоящее время большое значение имеют технологии рециклинга, позволяющие сократить потребление первичных ресурсов, снизить нагрузку промышленных предприятий на окружающую среду и получить при этом практическую пользу. В стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства отмечается ресурсная ценность вторичного сырья, предлагается развитие рынка вторичных ресурсов и формирование спроса на продукцию из них в рамках системного подхода к управлению вторичными ресурсами [1].

К вторичным ресурсам коксохимического производства относится коксовая мелочь – фракция каменноугольного кокса с размером менее 10 мм, которая образуется при производстве кокса. Эти тонкодисперсные отходы не находят прямого применения без специальной обработки, являясь при этом перспективным сырьём для получения ценных продуктов, например, активированного угля. Активированный уголь - углеродный адсорбент, позволяющий обеспечивать экологическую и биологическую безопасность окружающей среды. Основные характеристики активного угля – сорбционная ёмкость, насыпная плотность, общая внутренняя поверхность, прочность – зависят от исходного материала, метода активации, назначения и формы выпуска. [2-4]. Технология получения активных углей включает термообработку, активацию, получение пасты из исходного сырья и связующего, гранулирование. Достаточная механическая прочность, стабильная форма и возможность применения в циклических процессах с движущимся слоем являются достоинством получаемых гранул.

Список используемых источников

1. Паспорт отраслевой программы «Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в промышленном производстве» (утв. Правительством РФ 17 ноября 2022 г №13493п – П11)
2. Получение гранулированного активированного угля из коксовой мелочи Шубаркольского угольного месторождения / С.В. Нечипуренко [и др.] // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки.2023. Т.14, №1.С.192-196. dok: 10/37614/2949 – 1215.2023.14.1.034
3. Чучалина А.Д. Получение гранулированных активных углей с использованием в качестве связующих остаточных продуктов нефтепереработки и нефтехимии: дис..канд.техн.наук:05.17.07 Пермь, 2018.169 с.
4. Мухин В.М., Киреев С.Г., Курилкин А.А. Способ получения активного угля. Патент РФ №2449947. Оpubл. 10.05.2012 г.; Бюл.№13

Свечникова Н.Ю. (AuthorID: 499760), **Петухов В.Н.** (AuthorID: 663865),
Береснева М.В. (студент), **Егорова Л.Г.** (AuthorID: 546063),
Юдина С.В. (AuthorID: 232366), **Пушкарева И.Ю.** (студент),
Осин Н.С. (студент)

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ «КАМЕННЫЕ УГЛИ И РЕАГЕНТЫ ДЛЯ ИХ ФЛОТАЦИИ»

В настоящее время в большом объёме накопилась теоретическая и экспериментальная информация по каменным углям и реагентам для их флотации. Для работы с большим объёмом этой информации, эффективного её использования, организовывания и хранения по определённым правилам, были изучены теоретические основы создания баз данных, систематизированы характеристики углей и реагентов для их флотации, изучены механизмы действия флотационных реагентов [1-3]. А также была разработана схема и создана база данных «Каменные угли и реагенты для их флотации» с помощью системы меню и сопровождающих подсказок СУБД: Microsoft Access 2007.

База данных «Каменные угли и реагенты для их флотации» может применяться в образовательном процессе при изучении спецдисциплин, проведении научных работ, выполнении лабораторных работ и экспериментальной части ВКР бакалавров, специалистов, магистров и аспирантов по направлению 18.03.01 Химическая технология и 21.05.04 Горное дело.

Кроме того, база данных может быть полезна в коксохимическом производстве для выбора сырьевой базы коксования, а так же на углеобогатительных фабриках для поиска и выбора наиболее эффективных реагентов для флотации каменного угля.

Список используемых источников

1. Влияние третичных ацетиленовых спиртов «ДМИПЭК» на флотацию золотосодержащих руд / В. Н. Петухов, Н. Ю. Свечникова, Т. Г. Волощук [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2025. – Т. 23, № 1. – С. 17-25. – DOI 10.18503/1995-2732-2025-23-1-17-25. – EDN NKHUDD.
2. Системы баз данных: организация, инженерия, ведение: Учебное пособие / А. Н. Дементьев, М. Ю. Коньшев, Ю. А. Паршенкова [и др.]. – Москва: МИРЭА-Российский технологический университет, 2023. – 335 с. – EDN CESWQE.
3. Подготовка углей к коксованию: Практикум / В. Н. Петухов, Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Д. А. Кубак. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – 107 с. – EDN UDVFAK.

Свечникова Н.Ю. (AuthorID: 499760), **Мазова А.В.** (зав. испытательной лабораторией), **Залилов Р.В.** (AuthorID: 660186), **Уразаков Е.Т.** (студент), **Мазов А.В.** (студент), **Юдина С.В.** (AuthorID: 232366), **Юдин Д.В.** (AuthorID: 1097962)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ СМЕСИ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ И НИЗКОСЕРНИСТОГО МАЗУТА С ПОМОЩЬЮ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Игольчатый кокс ценный продукт, используемый для получения высококачественных графитовых электродов, а также анодов для аккумуляторов. Электроды и аноды для аккумуляторов, должны иметь высокую механическую прочность, электропроводность, низкое содержание серы и низкий КТР [1].

В настоящее время существует основной метод получения игольчатого кокса из низкосернистых нефтяных мазутов на установке замедленного коксования. Процесс является малопроизводительный, так как низкое содержание углерода в нефтяных мазутах. [1, 2].

В работе рассмотрен способ получения игольчатого кокса из каменноугольной смолы и малосернистого мазута с использованием углекислого газа для интенсификации процесса. [3].

Список используемых источников

1. Юсупов, М. Р. Обзор рынка игольчатого кокса в России / М. Р. Юсупов, М. М. Гайфуллина // Новые задачи технических наук и пути их решения: сборник статей Международной научно-практической конференции, Пермь, 10 апреля 2016 года. – Пермь: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2016. – С. 168-169. – EDN VTJVER.
2. Сафарова, Л. Р. Планирование порождения отходов и разработка технологии их жизненного цикла в APQP-проектах подготовки производства нового изделия / Л. Р. Сафарова // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2022. – Т. 20, № 3. – С. 77-86. – DOI 10.18503/1995-2732-2022-20-3-77-86. – EDN YBXZCY.
3. Патент № 2828594 С1 Российская Федерация, МПК С10М 175/02. Способ регенерации отработанных промышленных масел: заявл. 13.06.2024; опубл. 14.10.2024 / Н. Ю. Свечникова, А. В. Мазова, Е. Т. Уразаков; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова". – EDN ZSRVGB.

Шубина М.В. (AuthorID: 484077), **Махоткина Е.С.** (AuthorID: 663276),
Тайсина С.М. (инженер), **Сивухина А.И.** (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО МАСЛА И-40

В условиях металлургического производства индустриальные масла подвергаются воздействию высоких температур и давлений, контактируют с различными металлами, воздухом, водой и агрессивными средами, что приводит к повышению их вязкости, кислотного числа, коррозионной активности, появлению механических примесей, понижению температуры вспышки и др.

В настоящее время актуальным является вопрос вовлечения в производство вторичного сырья, в том числе отработанных масел путем их регенерации. Цель проводимого исследования – восстановление качественных характеристик (физико-химических свойств) отработанного индустриального масла до показателей, которые нормирует ГОСТ 20799-2022 «Масла индустриальные. Технические условия» [1]. На начальном этапе исследования в условиях аккредитованной Испытательной лаборатории ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» (ИЛ) определены показатели качества отработанного индустриального масла И-40 (таблица).

Фактические показатели качества отработанного индустриального масла И-40 и нормы для свежего масла по ГОСТ 20799-2022

Наименование показателя	Фактическое значение	Норма для марки И-40 (ГОСТ 20799)	Метод испытания
Кинематическая вязкость при 40°С, мм ² /с	66,03	61-75	ГОСТ 33
Кислотное число, мг КОН на 1г масла	2,5	не более 0,05	ГОСТ 5985
Зольность, %	0,003	не более 0,005	ГОСТ 1461
Массовая доля серы, %	1,1	не более 1,1	ГОСТ 32139
Содержание механических примесей, %	0,06	отсутствие	ГОСТ 6370
Содержание воды, %	следы	следы	ГОСТ 2477
Плотность при 20°С, кг/м ³	883,5	не более 900	ГОСТ 3900
Температура застывания, °С	-17	не выше -15	ГОСТ 20287
Цвет на колориметре ЦНТ, ед.ЦНТ	8	не более 3,0	ГОСТ 20284
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С	238	не ниже 220	ГОСТ 4333

В результате сравнительного анализа выявлено превышение в отработанном масле кислотного числа, содержания механических примесей и цвета на колориметре ЦНТ, что позволит в дальнейшем выбрать метод и схему его регенерации.

Список используемых источников

1. Чумиков, А.М. Анализ свойств пластичных смазочных материалов и рекомендации по их использованию в подшипниковых опорах механизмов скиповых лебедок доменного цеха ОАО «ММК» / А.М. Чумиков, С.И. Платов, Е.И. Мироненков // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.–2007.–№2.– С.61-64.–EDN: NUOVTR

Швалёва А.В. (AuthorID: 823496), **Егорова П.А.** (студент)

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИИ БЕЛОУСОВА-ЖАБОТИНСКОГО В МАТЛАБ НА ОСНОВЕ СХЕМЫ «ОРЕГОНАТОРА»

В 1951 году Белоусов Борис Павлович исследовал реакцию окисления лимонной кислоты броматом в присутствии катализатора сульфата церия и открыл явление колебания концентраций. За счёт колебания концентрации ионов церия в данной реакции возможно наблюдать переход окраски раствора от бесцветного к жёлтому [1]. Данная реакция интересна тем, что классическая термодинамика не позволяет объяснить указанные явления колебания концентраций реагирующих и промежуточных веществ, что напрямую указывает о необходимости дополнения классических представлений в химии.

Для описания реакции Белоусова предложены модели на основе дифференциальных уравнений. Первым модель предложил Жаботинский Анатолий Маркович. Наиболее простой и совершенной при описании реакции Белоусова-Жаботинского считается модель Филда и Нойеса (Field R.J., Noyes R.M.) под названием «Орегонатор» [2].

Моделирование реакции Белоусова-Жаботинского является достаточно сложной задачей, поскольку необходимо решить систему из трёх дифференциальных уравнений. В систему входит пять коэффициентов, связанных с константами скоростей реакций. Константы различаются в десятки раз, из-за чего система дифференциальных уравнений становится «жесткой», что требует специальных численных методов её решения [3].

В данной работе представлена попытка реализации модели «Орегонатора» в программе MATLAB в Simulink.

Список используемых источников

1. Чупин, Н. И. Колебательные реакции. Реакция Белоусова - Жаботинского / Н. И. Чупин // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием), Красноярск, 18–19 апреля 2024 года. – Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2024. – С. 391-393. – EDN EYXJEZ.
2. Икрамов, Р. Д. Алгоритм поиска констант скоростей колебательной реакции на примере реакции Белоусова-Жаботинского / Р. Д. Икрамов, С. А. Мустафина // Башкирский химический журнал. – 2015. – Т. 22, № 1. – С. 87-91. – EDN TQKFZJ.
3. Кудряшов, Н. А. Панлеве-анализ и точные решения системы уравнений, описывающих химическую реакцию Белоусова-Жаботинского / Н. А. Кудряшов, А. С. Захарченко // Вестник Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ". – 2014. – Т. 3, № 4. – С. 399. – DOI 10.1134/S23044487X14040117. – EDN SJDQTI.

Работа выполнена под научным руководством Алексева Д.И. (AuthorID: 939005).

Швалёва А.В. (AuthorID: 823496), **Ильин Д.С.** (студент)

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА В ГРЕЮЩЕЙ СТЕНЕ КАМЕРЫ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ

Задача распространения тепла является актуальной для большинства промышленных агрегатов [1]. Для решения задачи распространения тепла требуются такие физические характеристики как теплопроводность, плотность, теплоёмкость, которые должны быть выражены в качестве функции от температуры.

Многообразие геометрических форм промышленных агрегатов делает решение задачи распространения тепла достаточно сложным. В конструкции коксовой батареи можно условно выделить основной элемент для передачи тепла к угольной загрузке – это стена камеры коксовой батареи. Длина стены составляет порядка 14-17 м, высота – 4-6 м, ширина – 0,115 м. Указанные геометрические размеры позволяют применить к стене камеры коксовой батареи модельные представления о бесконечной плоской стене и решить задачу распространения тепла на основе одномерного уравнения теплопроводности [1].

Аналитическое решение задачи распространения тепла имеет точные расчётные формулы, однако для реализации аналитического решения требуются специальные знания, которые не всегда доступны для инженера [2]. Кроме того, точные решения не всегда возможно получить для сложных поверхностей распространения тепла, по этой причине в инженерной практике распространены численные методы решения задачи распространения тепла [3].

В данной работе дифференциальное уравнение распространения тепла в одномерном случае реализовано в системе MATLAB с физическими параметрами диасовой кладки греющей стены коксовой батареи.

Список используемых источников

1. Клименова, Н. А. Анализ тепловых процессов нагрева и теплопередачи через плоскую стенку теплообменных аппаратов с изоляцией / Н. А. Клименова, Е. В. Пантюхина, О. В. Пантюхин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2017. – № 9-1. – С. 296-303. – EDN ZXOOJT.

2. Видин, Ю. В. К расчету нестационарной теплопередачи через плоскую стенку / Ю. В. Видин, Д. И. Иванов // Теплофизические основы энергетических технологий : Сборник научных трудов, Томск, 04–06 октября 2012 года / Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Редакторы: Кузнецов Г.В., Заворин А.С., Литвак В.В., Логинов В.С., Яковенко П.Г., Буваков К.В.. – Томск, 2012. – С. 63-66. – EDN PWKIQN.

3. Мартынов, П. О. Математическая модель определения коэффициентов теплопередачи через стенку, составленную из элементов вида овоид / П. О. Мартынов, Т. Ю. Горская, Я. Д. Золотоносов // Вестник Технологического университета. – 2018. – Т. 21, № 5. – С. 147-150. – EDN USHHGG.

Работа выполнена под научным руководством Алексеева Д.И. (AuthorID: 939005).

Швалёва А.В. (AuthorID: 823496), **Стрелева К.В.** (студент)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДРОБЛЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОКСА ПРИ ИСПЫТАНИЯХ В МИКУМ-БАРАБАНЕ

Показатели истираемости M_{10} и дробимость кокса M_{25} , определяемые в микум испытании, являются важными для экономики металлургического производства. Помимо влияния указанных параметров на доменный процесс, M_{10} и M_{25} отражают возможные потери при транспортировке кокса до места использования. Чем больше M_{10} , тем больше пыли будет образовываться при перегрузках. Чем меньше M_{25} , тем больше при транспортировке будет изменяться фракционный состав кокса в сторону уменьшения средневзвешенного размера.

В ранее опубликованных работах [1, 2] были предложены модели дробления и истирания кокса на основе дифференциальных уравнений, описывающих последовательную необратимую реакцию первого порядка. Предложенные модели хотя и отражают переход кокса из одного класса крупности в другой, но, всё-таки, грубо описывают дробление и истирание, поскольку основываются только на трёх классах крупности кокса: менее 10, 10-25, более 25 мм. В реальных производственных условиях [3], например, КХП ПАО «ММК» кокс рассеивают на классы крупности: менее 10, 10-25, 25-40, 40-60, 60-80, более 80 мм.

В работах [1-2] был использован аналитический математический аппарат при построении моделей. В данной работе использована программа MATLAB и её расширение Simulink для численного моделирования и расчёта перехода кокса из одного класса крупности в другой. Модели [1-2] реализованы в компьютерном виде. Исследованы зависимости между показателями M_{10} и M_{25} без упрощений и на основе констант дробимости из [1-2].

Список используемых источников

1. Алексеев, Д. И. Обоснование линейной зависимости между показателями прочности кокса M_{10} и M_{25} / Д. И. Алексеев, А. Н. Смирнов, Е. Н. Степанов // Кокс и химия. – 2021. – № 12. – С. 10-19. – DOI 10.52351/00232815_2021_12_10. – EDN ADRFZW.
2. Взаимосвязь размеров молекулярно-ориентированных доменов и химического состава золы кокса с показателями CRI и CSR / Д. И. Алексеев, С. А. Крылова, Д. А. Горленко [и др.] // Кокс и химия. – 2023. – № 3. – С. 19-34. – DOI 10.52351/00232815_2023_03_19. – EDN JUUEVX.
3. Снижение доли класса более 80 мм в валовом металлургическом коксе. Сообщение 1. Обзор / Д. И. Алексеев, Е. А. Миленина, А. В. Швалева [и др.] // Кокс и химия. – 2025. – № 1. – С. 13-18. – DOI 10.52351/00232815_2025_1_13. – EDN ZYNYMO.

Работа выполнена под научным руководством Алексеева Д.И. (AuthorID: 939005)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ФРАКЦИЯМИ ВАЛОВОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОКСА

В настоящее время под качеством кокса понимают такие показатели, как истираемость M_{10} и дробимость M_{25} , реакционная способность CRI и послереакционная прочность CSR [1]. Кроме того, исходя из условий ведения доменного процесса, можно указать, что к показателям качества кокса относятся влажность, зольность, выход летучих веществ и сернистость. В научных публикациях обращают внимание на гранулометрический состав кокса [2] и на фракцию кокса более 80 мм [3].

Исходя из вышеперечисленного, качество кокса, по нашему мнению, необходимо рассматривать в совокупности, учитывая все параметры, поскольку они влияют на организацию производства и потребления кокса.

Между показателями качества кокса могут быть установлены взаимосвязи [4]. Малоизученными остаются взаимосвязи между гранулометрическим составом валового кокса, его дроблением и истиранием (например, в микум-барабане) и показателями механической прочности — M_{10} и M_{25} , а также CRI и CSR. Очевидно, что между гранулометрическим составом кокса и показателями его механической прочности (M_{10} и M_{25}) должны существовать взаимосвязи.

В данной работе на основе статистических данных ПАО «ММК» изучены взаимосвязи между фракциями кокса: 0–10, 10–25, 25–40, 40–60, 60–80 и более 80 мм. Сделан вывод о тесной корреляции между фракциями.

Список используемых источников

1. Алексеев, Д. И. Обзор и анализ существующих критериев оптимальности качества кокса и химико-петрографических параметров угольной шихты / Д. И. Алексеев, А. Н. Смирнов, Е. Н. Степанов // Кокс и химия. – 2021. – № 12. – С. 20-26. – DOI 10.52351/00232815_2021_12_20. – EDN HTLUP.
2. Теоретические и экспериментальные основы подготовки кокса к доменной плавке / А. Л. Подкорытов, А. М. Кузнецов, Е. Н. Дымченко [и др.] // Металлург. – 2009. – № 6. – С. 34-37. – EDN KLRXJJ.
3. Снижение доли класса более 80 мм в валовом металлургическом коксе. Сообщение 1. Обзор / Д. И. Алексеев, Е. А. Миленина, А. В. Швалева [и др.] // Кокс и химия. – 2025. – № 1. – С. 13-18. – DOI 10.52351/00232815_2025_1_13. – EDN ZYNYMO.
4. Алексеев, Д. И. Обоснование линейной зависимости между показателями прочности кокса M_{10} и M_{25} / Д. И. Алексеев, А. Н. Смирнов, Е. Н. Степанов // Кокс и химия. – 2021. – № 12. – С. 10-19. – DOI 10.52351/00232815_2021_12_10. – EDN ADRFZW.

Алексеев Д.И. (AuthorID: 939005), Халлик А.С. (студент)

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ «SIMINTECH» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Современные термодинамические и особенно кинетические расчёты в химии, моделирование показателей качества кокса [1] и оптимизации шихты для коксования [2] немислимы без применения компьютерной техники. Однако компьютер без специальных программ представляет, по сути, лишь набор электронных деталей.

Кинетические расчёты часто сводятся к решению систем дифференциальных уравнений. Причём системы дифференциальных уравнений особые, так называемые «жёсткие». Это связано с тем, что порядок констант скоростей реакций может в десятки тысяч раз отличаться друг от друга. В этой связи не все привычные и простые численные методы решения систем дифференциальных уравнений подходят для разрешения задач химической кинетики.

В зарубежном математическом пакете MATHLAB в расширении Simulink присутствуют необходимые алгоритмы, позволяющие моделировать задачи химической кинетики. Однако данный пакет обладает рядом недостатков: программа платная, занимает существенный объём пространства на жёстком диске (порядка 30 Гб), требует повышенных технических характеристик от персонального компьютера. Кроме того, из-за санкционной политики западных государств для России в любой момент может быть закрыт доступ к такой стратегической программе [3].

Отечественными программистами разработана программа SimInTech для динамического моделирования, которая позиционируется как полный аналог Simulink из MATHLAB.

В данной работе SimInTech сопоставлен с Simulink из MATHLAB на основе моделирования кинетики химической реакции Белоусова-Жаботинского по схеме «Орегонатор».

Список используемых источников

1. Алексеев, Д. И. Моделирование процесса окисления различных марок каменноугольных углей для коксования / Д. И. Алексеев, Н. П. Демченко // Наука и производство Урала. – 2022. – Т. 18. – С. 33-35. – EDN FWPRQW.
2. Способ расчёта объёма закупки угольного сырья для коксования, исходя из минимизации стоимости шихты на основе практики работы КХП / А. Н. Смирнов, Д. И. Алексеев, Е. Г. Мукаев, А. В. Шмелев // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы докладов 77-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 22–26 апреля 2019 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2019. – С. 227-228. – EDN DJGAVU.
3. Среда динамического моделирования SimInTech // SimInTech Simulation Solution URL: <https://simintech.ru/> (дата обращения: 03.02.2026).

Волков А.И. (AuthorID: 581960), Стулов П.Е. (AuthorID: 744466),
Краснянская И.А. (AuthorID: 801012)

ПОЛУЧЕНИЕ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩИХ ФЕРРОСПЛАВОВ И ЛИГАТУР ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Вольфрам в основном используют в качестве легирующей добавки в производстве быстрорежущих, износостойких, инструментальных, жаропрочных, электротехнических, кислотоупорных сталей. В России около 65% всего потребляемого вольфрама находит применение в сталеплавильном производстве. Из-за того, что предприятия по добыче и переработке сырья с вольфрамом находятся в разных частях страны, в разные годы наблюдается ситуация, когда добываемое сырьё уходит на экспорт, а предприятия-переработчики закупают сырьё, в т.ч. по импорту. Ситуацию усугубляет исчерпание многих месторождений вольфрама, его низкое потребление внутри страны, а также колебание цен на сырьё и продукцию. В то же время на предприятиях машиностроительной, химической и нефтеперерабатывающих отраслей образуются различные вольфрамсодержащие отходы, в т.ч. стружка, пыль, остатки инструмента, катализаторы и др. В этих условиях для развития отечественной вольфрамовой отрасли актуальны вопросы создания экономичных технологий переработки вольфрамсодержащего техногенного сырья, а также развитие производства конечных изделий, содержащих вольфрам, в т.ч. металлорежущего инструмента, изделий из жаропрочных, быстрорежущих сплавов и т.д.

Из-за высокой стоимости вольфрама большой объём вольфрамсодержащих отходов производства и некондиционного сырья подвергается вторичной переработке. По нашей оценке ежегодно около 2 тыс. т вольфрама в России получают из техногенного сырья. Но существуют трудности, в частности, шлифовальные отходы сложно перерабатывать из-за больших потерь вольфрама в печи (до 30%), а также в связи с экологическими проблемами при переработке маслосодержащих материалов. На ряде предприятий с участием ЦНИИчермет им. И.П. Бардина организовано производство ферровольфрама и вольфрамовых лигатур из вольфрамата кальция и оксида вольфрама, полученных из техногенного сырья. Выплавка ферровольфрама из отходов производства позволила во многом решить вопрос сырьевого обеспечения отечественных производителей ферровольфрама. Среди узкоспециализированной продукции на рынке предлагаются следующие лигатуры: хром-вольфрам CrW, никель-вольфрам NiW, кобальт-вольфрам CoW, кобальт-хром-вольфрам CoCrW, вольфрам-хром-молибден (WCrMo), вольфрам-хром-молибден-ниобий (WCrMoNb) и т.д. Такие лигатуры находят применение в автомобилестроении, судостроении, ракетостроении, металлургической промышленности. Наиболее востребованной среди них является CrW-лигатура. В ходе лабораторных исследований с помощью внепечной алюминотермической выплавки из оксидов вольфрама и хрома получены CrW-лигатуры различного химического состава.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ХРОМОВОЙ ОТРАСЛИ

Для получения хрома используют хромитовые руды. Большая их часть потребляется в чёрной металлургии для получения хромовых ферросплавов (феррохром низко-, средне- и высокоуглеродистый, ферросиликохром, хромовые лигатуры, хром металлический). В 2023 г в мире произведено свыше 40 млн. т хромитовых товарных руд и концентратов. За последние годы их качество снижается, как по содержанию хрома (40-44% Cr_2O_3), так и по отношению $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ (1.5-2.4). Из-за высоких цен на первичное сырьё растёт объём переработки шламов и хвостов обогащения (до 20% потребляемого сырья). Это приводит к снижению содержания хрома в FeCr. В мире развиваются процессы производства FeCr в печах постоянного тока, процессы нагрева и предварительного восстановления хромитового сырья перед плавкой, частичная замена кокса на уголь. В 2023 г в мире произведено 16,2 млн. т, а в 2024 г. - 18,5 млн. т FeCr, из них на долю высокоуглеродистого FeCr приходится 95%, среднеуглеродистого 0,1% и низкоуглеродистого 4,9%. Структура мирового производства FeCr обусловлена способом производства нержавеющей стали (АКР и ОКР). В 2024 г её произведено 62,6 млн. т.

В России до недавнего времени потребность в хромитовом сырьё на 65% покрывалась за счёт импортных поставок, в основном из Казахстана. С 2025 г они полностью прекращены. В 2017-2022 гг объём производства FeCr в России составлял в среднем 420 тыс. т в год, из них внутри страны потреблялось всего 10-30%, остальное направлялось на экспорт. Структура производства FeCr в России в 2023 г выглядела следующим образом: 48,0% в/у, 4,0% с/у, 27,2% н/у, 16,2% FeSiCr, 4,0% Cr, 0,5% лигатуры. В последнее время возможности экспортных поставок ограничены в связи с санкциями. Это привело к снижению объёма производства хромовых ферросплавов и соединений хрома в России и даже к остановке ряда предприятий. Объём производства нержавеющей стали составляет всего 0,1-0,2 млн. т в год, а доля импорта в структуре потребления составляет 65-80%. В то же время по объёму производства хрома металлического, низкоуглеродистого феррохрома, оксида хрома Россия является одним из мировых лидеров. Таким образом, в России наблюдается дисбаланс в структуре производства и потребления хромовой продукции. В качестве мер поддержки и развития отрасли предложено использовать сырьё отечественных месторождений (Агагозёрское и Сопчеозёрское); в производстве феррохрома внедрять технологии использования мелкозернистого сырья, предварительной металлизации, печи прямого тока; наращивать объёмы и переходить на современные технологии производства нержавеющей стали, внедрять системы цифровизации; развивать производство конечных изделий из нержавеющей стали внутри страны; внедрять меры государственной поддержки для металлургических предприятий в части таможенных пошлин, льгот на электроэнергию, транспортные расходы; в научном плане - получение лигатуры и заготовки для нержавеющей стали напрямую из отечественного некондиционного и техногенного сырья, использование методов машинного обучения, технологии снижения вредных примесей в ломе.

КОМПЛЕКСНЫЙ ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА: ОТ МОДЕЛИ К НОВОМУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ЦИКЛУ

Коксохимическое производство, на сегодняшний день, остается одним из самых экологически неблагоприятных. Это связано как со значительным числом выбросов, так и образованием значительного количества токсичных продуктов.

Одним из путей решения данного вопроса, является разработка комплексного цифрового двойника коксохимического производства, с последующим его использованием в качестве основы для технологического перехода. В этом случае цифровой двойник превращается полноценный инструмент, который позволит анализировать существующие процессы, выявляя ранее не обнаруженные взаимосвязи, предварительная цифровая оценка результатов модернизации и замены оборудования, выбирая оптимальный вариант из нескольких и при разработке новых процессов и аппаратов в рамках производства, выполняя их цифровые испытания ещё до создания опытных образцов, существенно снижая затраты на проектировку и испытания [1,2].

В целом, это позволит получить ряд положительных эффектов, включая улучшение качества кокса за счет оптимизации состава шихты и режима обогрева коксовой батареи, обеспечить экономию ресурсов, вычисляя оптимальные параметры для каждого из процессов и аппаратов в реальном времени, повышение выхода химических продуктов коксования вследствие оптимизации процессов за счет предикативной регулировки параметров.

Список используемых источников

1. Д.О. Скобелев, А.Ю. Попов, В.А. Ганявин, В.М. Костылева, А.С. Малявин Подходы к построению предиктивных систем контроля выбросов для современных промышленных технологических процессов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2025. №3 (55). с. 46-64 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-postroeniyu-prediktivnyh-sistem-kontrolya-vybrosov-dlya-sovremennyh-promyshlennyh-tehnologicheskikh-protsessov> (дата обращения: 09.02.2026).

2. Сергеева К.Н., Мананникова С.С. Инфраструктурные ограничения повышения показателей цифровой зрелости металлургической отрасли России // Финансовые рынки и банки. 2024. №7. с. 273-278 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/infrastrukturnye-ogranicheniya-povysheniya-pokazateley-tsifrovoy-zrelosti-metallurgicheskoy-otrasli-rossii> (дата обращения: 09.02.2026).

Масалимов А.В. (AuthorID: 833229), Степанова М.Н. (студент)

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОЙ ДОБАВКИ В ШИХТУ КОКСОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ФУСОВ

Наибольший интерес в настоящее время уделяется вопросу экономии производственных ресурсов, а также требованиям к экологической безопасности. Наиболее токсичными и опасными отходами коксохимического производства (КХП) являются: каменноугольные фусы, кислая смолка, угольная пыль и др.

Для утилизации каменноугольных фусов еще не разработан качественный способ утилизации. Без предварительной подготовки каменноугольные фусы подлежат захоронению на специальных полигонах. При использовании фусов в прямом виде в процессе коксования приводит к значительным ухудшениям показателей качества кокса [1,2].

Изучение состава, свойств и методов использования в производстве фусов является актуальной темой, так как это позволяет значительно сократить количество отходов, повысит эффективность работы производства, а также сократить средства на утилизацию и хранение.

Анализирование информации о составе фусов и лабораторные испытания по спеканию позволяют увеличить эффективность производства за счет экономии производственных ресурсов.

При использовании технологии гранулирования каменноугольных фусов и угольной пыли наблюдается снижение показателя П10 на 1%, что позволяет снизить расход кокса в доменном производстве на 2,8%. При использовании гранул в процессе коксования удается достичь увеличения загрузки коксовых камер за счет увеличения насыпной плотности. Также одним из важных преимуществ метода грануляции является снижение зольности готового продукта [3,4]

Применение гранул из каменноугольных фусов и угольной пыли является рациональным способом утилизации высокотоксичных и опасных отходов на коксохимических производствах.

Список используемых источников

1. Исследование влияния добавки отходов производства капролактама и диафена «ФП» на процессы коксования углей: Отчет о НИР / руководитель работы И.А. Ощепков; КузГТУ. – Кемерово, 1984. – 57 с. – Рег. № 81076938.
2. Методологические подходы к организации и оценке системы обращения с отходами угледобывающего производства / И.В. Петров, И.А. Меркулина, Т.В. Харитонова [и др.] // Уголь. – 2020. – № 9. – С. 59–63.
3. Ощепков, И.А. Особенности образования и переработки каменноугольной смолы / И.А. Ощепков, И.М. Ченченко // Вестник КузГТУ. – 2009. – № 2 (72). – С. 78–82.
4. Патент № 2085808 Российская Федерация, МПК F 25 G 7/04 / Способ топливно-энергетической утилизации водозолопересыщенных углерод-шламовых отходов фусовой природы: № 94038581: заявл. 12.10.1994 : опубл. 27.07.1997 / Боровиков Г.И., Белянин Ю.И., Бабич А.Е., Ульянов В.М., Ткаченко Л.В., Попов А.Н., Дроздов В.В., Шульман А.И.; заявитель АО «Сланцы». – 6 с.

Секция «Современные проблемы литейного производства»

УДК 621.74:669.715

Лыскович А.А. (AuthorID: 1176536), Баженов В.Е. (AuthorID: 623116)

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДНОГО ЛИТЕЙНОГО АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА

На сегодняшний день в электроавтомобилестроении и электронике остро стоит проблема отвода тепла от компонентов, таких как батареи электромобилей и теплообменники, во избежание их отказов и возгораний. В связи с этим спрос на материалы с высокой теплопроводностью стремительно растет. Алюминиевые сплавы, обладая низкой плотностью и высокой теплопроводностью, широко применяются для изготовления радиаторов охлаждения. Радиаторы охлаждения традиционно производят экструзией из чистого Al или деформируемых сплавов, что ограничивает геометрию изделий. Для изготовления деталей сложной формы обычно используют литьё под давлением, обеспечивающее высокую производительность. Однако промышленные литейные сплавы, применяемые при таком методе производства, содержат больше легирующих элементов, которые, снижают теплопроводность пропорционально их концентрации в твердом растворе алюминия [1,2]. Таким образом, есть необходимость в создании и исследовании новых литейных сплавов, сочетающих в себе не только хорошие литейные свойства, но и высокую теплопроводность.

Ранее были проведены работы, позволившие определить перспективную систему легирования – Al–Zn–Ca. За счет того, что кальций практически не растворим в твердом растворе алюминия, его негативное влияние на теплопроводность алюминия невелико, что позволяет использовать его в количестве, достаточном для образования в структуре значительной доли эвтектики, необходимой для литья сплавов, без вреда теплопроводности [2]. С помощью спиральной пробы была определена жидкотекучесть наиболее перспективного сплава $AlZn_3Ca_3$, она составила примерно 317 мм при гравитационном литье в ПГС. Теплопроводность данного сплава равнялась 190 Вт/(м·К), что соответствует примерно 80 % от теплопроводности чистого Al. При этом было установлено, что исследуемый алюминиевый сплав, обладает высокой коррозионной стойкостью в растворе $NaCl+H_2O_2$, его скорость коррозии не превышала 0,01 мм/год. В ходе работы была установлена возможность увеличения предела прочности при растяжении до 269 МПа в процессе старения при 300°C, 3 ч сплава $AlZn_3Ca_3$ после введения в него 0,3 мас. % Sc или Sc+Zr. При этом теплопроводность сплавов оставалась высокой и достигала 185 Вт/(м·К).

Список используемых источников

1. Zhang A., Li Y. Effect of alloying elements on thermal conductivity of aluminum // Journal of Materials Research. – 2023. – Vol. 38. – №. 8. – P. 2049–2058.
2. Lyskovich A. A., Bazhenov V.E., Baranov I.I., Bautin V.A., Sannikov A.V., Bazlov A.I., Tian E.I., Stepashkin A.A., Koltugin A.V., Belov V.D. Stability, mechanical, and corrosion properties of Al-Zn-Ca alloys with high thermal conductivity // Transactions of Nonferrous Metals Society of China. – 2025. – Vol. 35. – №. 11. – P. 3595–3616.

Феоктистов Н.А. (AuthorID: 699014), **Маркевич А.В.** (AuthorID: 582571),
Ершова О.С. (магистрант)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЫБОРА ПОДРЯДЧИКА ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ВАЛЬЦЕТОКАРНЫХ СТАНКОВ

В настоящее время актуальность обусловлена потребностью машиностроительных предприятий в повышении конкурентоспособности через модернизацию парка уникального металлорежущего оборудования. Задача выбора подрядчика для модернизации вальцетокарных станков является многокритериальной и сопряжена с субъективностью оценок, разнородностью критериев (стоимость, опыт, качество, сроки) и финансовыми рисками [1].

Целью данной работы является разработать и апробировать методику обоснованного выбора подрядчика на основе метода анализа иерархий (МАИ) Т. Саати, что позволит формализовать и оптимизировать данный процесс.

Метод анализа иерархий (МАИ) — это структурированный математический подход, который позволяет декомпозировать задачу:

- Анализ специфики модернизации вальцетокарных станков и формирование перечня ключевых требований к подрядчику (техническая компетентность, опыт внедрения современных систем ЧПУ, наличие успешных кейсов, логистика, гарантийное обслуживание);
- Построение иерархической модели принятия решения, включающей цель, группу критериев (например: «Технические возможности», «Экономическая эффективность», «Надежность и репутация», «Сроки и организация работ») и альтернативы (конкретные компании-подрядчики).
- Организация экспертных опросов среди технических специалистов и руководителей предприятия для проведения парных сравнений критериев и альтернатив с последующим расчетом локальных и глобальных приоритетов.
- Оценка надежности экспертных данных путем расчета индекса согласованности суждений.
- Апробация разработанной модели на примере конкретного промышленного предприятия: выбор оптимального подрядчика и сравнительный анализ полученного результата с интуитивным выбором.

Результатом метода анализа иерархий является эффективным инструментом поддержки и принятия решений для выбора подрядчика на модернизацию оборудования. Он минимизирует риски, связанные с человеческим фактором, и обеспечивает обоснованный, документированный и прозрачный выбор, основанный на согласованных критериях, что в итоге способствует успешной реализации проекта модернизации.

Список используемых источников

1. Горovenko Д.А., Павленко М.В. Применение метода анализа иерархий в задачах технического выбора. – М., 2015. – 150 с.

Завалищин А.Н. (AuthorID: 323391), **Феоктистов Н.А.** (AuthorID: 699014),
Рядцких В.А. (магистрант)

РАЗРАБОТКА МЕТАЛЛОВЕДЧЕСКИХ ОСНОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЫХ ОПОРНЫХ ВАЛКОВ

Прокатные валки являются основным рабочим инструментом прокатных станов, поэтому их стойкость и работоспособность определяют качество металлоизделий, производительность и технико-экономические показатели работы прокатных цехов. Традиционные цельнокованные валки не всегда удовлетворяют современным требованиям по износостойкости и сопротивлению контактной усталости. Эффективной альтернативой являются биметаллические литые валки, совмещающие высоколегированный износостойкий рабочий слой и пластичную сердцевину. Однако для их широкого внедрения требуется углубленное изучение взаимосвязи состава, структуры и свойств, формируемых в процессе производства, особенно в условиях дифференциальной термической обработки (ДТО) [1-3].

Цель данной работы является разработка металлургических основ технологии изготовления литых двухслойных стальных опорных валков для станов горячей прокатки посредством исследования влияния режимов ДТО на формирование структуры и комплекса механических свойств в различных слоях валка.

Изученный зарубежный аналог валка показал, что его рабочий слой имеет толщину порядка 80 – 100 мм. Химический состав: С – 0,4 %; Si – 0,5 %; Mn – 0,62 %; P и S – не более 0,02 %; Cr – 4,75 %; Mo – 0,78 %; Ni – 0,31 %; V – 0,53 %; Al – 0,03 %. Структура металла состоит из тростита и мартенсита отпуска. Характерным является то, что тростит располагается по границам бывших зёрен аустенита, средний размер которых составляет 16 мкм. Избыточная фаза представлена карбидами ванадия и хрома. Микротвёрдость составляет 542 HV, а твёрдость – 49 HRC.

Основная задача – получение заданных характеристик структуры рабочего слоя в процессе дифференцированной термической обработки.

Список используемых источников

1. Вдовин К.Н. Прокатные валки: монография / К.Н. Вдовин, Д.В. Куряев, Н.А. Феоктистов и др. // Магнитогорск: из-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. – 335 с.
2. Вдовин, К. Н. Исследование физических свойств углеродистой стали для крупных отливок / К. Н. Вдовин, Н. А. Феоктистов, К. Г. Пивоварова // Сталь. – 2014. – № 4. – С. 34-36.
3. Вдовин, К. Н. Технологические особенности производства крупного стального литья / К. Н. Вдовин, А. С. Савинов, Н. А. Феоктистов. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2015. – 195 с. – ISBN 978-5-9967-0611-2.

Феоктистов Н.А. (AuthorID: 699014), **Ахметов И.И.** (AuthorID: 1152718)

ЛИТЬЕ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ: СУЩНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время в Российской Федерации все чаще используется классическая технология литья по газифицируемым моделям (ЛГМ), которая занимает важное место в современном производстве сложных и точных отливок. Данная технология является высокоэффективной альтернативой традиционному песчано-глинистому литью и применяется для получения штучных и мелкосерийных изделий в таких отраслях как машиностроение, авиация и художественное литье.

Сущность процесса ЛГМ заключается в использовании одноразовой модели из газифицируемого материала, чаще всего пенополистирола (ППС), которая после нанесения огнеупорного покрытия и формовки в сыпучем материале удаляется из формы путем газификации под действием заливаемого расплава [1].

Однако технология сопряжена с существенными ограничениями, сдерживающими её широкое распространение. Основными проблемами являются длительный и дорогостоящий цикл подготовки, который включает изготовление пресс-формы, а для единичных форм – склеивание частей модели между собой, где очень важно обеспечивать равномерность толщины клеевой прослойки между склеиваемыми элементами модели, что достигается подбором рабочего интервала температур для термопластичных клеевых композиций, а также многоэтапный процесс нанесения и продолжительной сушки противопопригарного покрытия, который может достигать до нескольких недель, так как в противном случае недосушенная форма приводит к дефектам отливки. Это делает традиционный ЛГМ-процесс экономически нецелесообразным для единичного производства.

Для решения данных проблем возможно использование полилалктида который также, как и ППС газифицируется при высокой температуре под действием заливаемого расплава. Преимуществом полилактида является возможность производства модели с помощью аддитивных технологий, позволяющих отказаться от дорогостоящих пресс-форм и ручного склеивания частей модели [2].

Данные решения, в теории, позволят снизить временные и денежные траты, что позволит добиться рентабельности при единичном производстве и в следствии способствовали бы еще более широкому распространению данной технологии.

Список используемых источников

1. Vdovin, K. N. Modeling of slag chalice's potting and crystallization process / K. N. Vdovin, N. A. Feoktistov // Литейщик России. – 2012. – No. 3. – P. 12.
2. Вдовин, К. Н. Исследование физических свойств углеродистой стали для крупных отливок / К. Н. Вдовин, Н. А. Феоктистов, К. Г. Пивоварова // Сталь. – 2014. – № 4. – С. 34-36.

Потапов И.М. (AuthorID: 88841328), **Белкин Д.Е.** (аспирант),
Зарицкий Б.Б. (AuthorID: 813831), **Марочкин В.О.** (Author ID: 1322008),
Резник М.Д. (магистрант), **Потапов М.Г.** (Author ID: 602044)

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ВЫСОКОХРОМИСТОГО ЧУГУНА, ЛЕГИРОВАННОГО ВАНАДИЕМ

Исследование направлено на решение актуальной задачи повышения износостойкости отливок для горно-обогатительной техники путем управления кинетики кристаллизации высокохромистых белых чугунов.

Цель работы — установить закономерности влияния скорости теплоотвода (через материал формы) на микроструктуру, твердость, износостойкость и предел прочности при растяжении чугуна системы Fe-C-Cr-V. Использовались медный, стальной и чугунный кокили, а также сухие и сырые песчано-глинистые формы (ПГФ). Показано, что скорость охлаждения является критическим фактором, определяющим дисперсность карбидных фаз и морфологию матрицы. Максимальная твердость (63 HRC) достигнута при экстремальном переохлаждении (медный кокиль) благодаря диспергированию ванадийсодержащих карбидов [1,2].

Оптимальная износостойкость (коэффициент износостойкости $K_i=3,2$) сформировалась при умеренных скоростях охлаждения (стальной кокиль), обеспечивающих сбалансированное распределение карбидов хрома. Определен предел прочности при растяжении для литья в ПГФ: 637 МПа (сухая форма) и 536 МПа (сырая форма). Разработанный состав превосходит серийный аналог ИЧХ28Н2 по литейным свойствам и твердости, что подтверждает его перспективность для изготовления ответственных износостойких отливок [3,4].

Список используемых источников

1. Wang S. et al. Influence of cooling rate on microstructure and wear resistance of high chromium cast iron // Mater. Sci. Eng. A. 2017. Vol. 706. P. 1–8.
2. Katsich C. et al. Effect of vanadium on abrasion resistance of high chromium cast iron // Wear. 2009. Vol. 267. P. 1165–1169.
3. Колокольцев В.М. и др. Отливки из специальных чугунов. Магнитогорск: МГТУ, 2006. 139 с.
4. Молочков П.А. Комплексное воздействие на структуру белых износостойких чугунов. Магнитогорск, 2004. 154 с.

Волков С.Ю. (AuthorID: 1031849), **Потапов М.Г.** (Author ID: 602044),
Трегубов Д.А. (магистрант), **Гулаков А.А.** (главный металлург)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАБОЧЕГО СЛОЯ СОРТОПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

Повышение стойкости прокатных валков чистовых клетей — актуальная задача для снижения эксплуатационных затрат в металлургии.

Цель работы — экспериментальное сравнение износостойкости традиционного чугуна СШХНМ-55 и перспективных материалов SGA-I и HSS (High-Speed Steel) для рабочего слоя валков.

Испытания проводились на трибومترической установке по методу «шпилька-диск» (ASTM G99-23). Установлено, что материал SGA-I демонстрирует наивысшую износостойкость (потеря массы 0,18 мг за 20 мин), HSS занимает промежуточное положение (0,24 мг), а чугун СШХНМ-55 значительно уступает (0,29 мг). Высокая стойкость SGA-I обусловлена синергией бейнитной матрицы и шаровидного графита, выполняющего роль твёрдой смазки [1,2].

Преимущество HSS связано с дисперсными карбидами ванадия и молибдена в легированной матрице. Результаты показывают, что замена чугуна СШХНМ-55 на материалы SGA-I и HSS позволяет повысить стойкость калибра валков в чистовых клетях, сократить количество переточек и стабилизировать геометрию проката [3,4].

Список используемых источников

1. Прокатные валки / К.Н. Вдовин и др. Магнитогорск: МГТУ, 2005. 543 с.
2. Kato H., Otomo Y. Development of High-Speed Steel Rolls for Hot Strip Mill Finishing Stands // ISIJ International. 2008. Vol. 48, No 6.
3. Zhang L., Zhao W. Development and application of high-speed steel rolls in China // Journal of Materials Processing Technology. 2019. Vol. 267.
4. Microstructure and wear properties of high-speed steel rolls for hot rolling / Zhou X.F. et al. // Materials Science and Engineering: A. 2011. Vol. 528, No 6.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ ЗАГОТОВКИ (ЛИТОГО СЛИТКА) ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕЙ КОВКИ ПОД ВАЛКИ ХОЛОДНОЙ И ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

Повышение ресурса рабочих валков является одной из ключевых задач повышения эффективности прокатного производства. Валки холодной и горячей прокатки в процессе эксплуатации подвергаются воздействию высоких контактных напряжений, циклических термомеханических нагрузок и интенсивного износа. В связи с этим к их прочностным и эксплуатационным характеристикам предъявляются повышенные требования. Определяющим фактором долговечности валков является качество исходной заготовки — литого слитка [1].

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что формирование структуры и дефектов материала происходит преимущественно на стадии получения литой заготовки. Наличие в слитке усадочной рыхлости, пористости, ликвационной неоднородности и неметаллических включений не может быть полностью устранено в процессе последующейковки и термической обработки. В ходе деформации указанные дефекты вытягиваются и перераспределяются, формируя очаги концентрации напряжений и снижая усталостную прочность валков [2].

Целью работы является анализ и обоснование технологических подходов, обеспечивающих получение высококачественных литых слитков, предназначенных для дальнейшего производства поковки. В рамках исследования рассматриваются особенности формирования качества слитков, а также влияние параметров разливки и кристаллизации стали на формирование их внутренней структуры.

Решение поставленной задачи основано на комплексном подходе, включающем оптимизацию химического состава стали, выбор рациональных режимов разливки и управления процессом кристаллизации, а также применение методов контроля внутреннего качества слитков. Как показано в работах отечественных исследователей, снижение степени ликвации и предотвращение образования усадочных дефектов позволяют существенно повысить однородность структуры заготовки и улучшить её механические свойства [1, 3].

Список используемых источников

1. Назаратин В.В., Берман Л.И., Ефимов М.В. и др. Изготовление кузнечных слитков без осевых усадочных дефектов. Ч.1 // *Металлург*. 2012. № 1. С. 39-44.
2. Назаратин В.В., Нуралиев Ф.А. Расчет прибылей крупных стальных отливок // *Литейное производство*. 2009. № 9. С. 11-17.
3. Багмутов В.П., Жульев С.И., Захаров И.Н. Математическое моделирование и экспериментальное исследование физической неоднородности и напряженного состояния крупных стальных слитков // *Тяжелое машиностроение*. 2006. № 4. С. 14-19.

Щенникова В.А. (AuthorID: 1259087), **Юмабаев А.А.** (AuthorID: 1103465),
Чернов В.П. (AuthorID: 148553)

ТЕПЛОВЫЕ УСЛОВИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАФИТОВОЙ ФАЗЫ В РАБОЧЕМ СЛОЕ ПРОКАТНОГО ВАЛКА ЛПХНД-71

В настоящее время в металлургии наблюдается острая конкурентная борьба, что вынуждает предприятия непрерывно совершенствовать производственные показатели. [1] Одним из ключевых факторов, определяющих эффективность прокатного производства и качество выпускаемой продукции, выступают характеристики и эксплуатационные свойства прокатных валков. [2]

Растущие требования к качеству прокатной продукции и особенностям её изготовления делают необходимым углублённое изучение того, как формируется структура рабочего слоя валка. [3] При этом особое внимание исследователи уделяют тепловым условиям, при которых происходит выделение графитовой фазы в рабочем слое – ведь именно эти условия оказывают существенное влияние на эксплуатационные характеристики валков. Для оптимизации технологического процесса изготовления валков, нужно тщательно исследовать механизмы формирования графитовой фазы, это поможет существенно повысить эксплуатационный ресурс валков, улучшить качество прокатной продукции и др.

Таким образом, всестороннее исследование тепловых условий, влияющих на формирование графитовой фазы в структуре рабочего слоя прокатного валка это актуальная задача в прокатном производстве. Её решение способствует развитию современных технологий производства валков для чистовых клетей станов горячей прокатки.

Список использованных источников

1. Вдовин, К. Н. Прокатные валки / К. Н. Вдовин. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2013. – 443 с.
2. Влияние технологии получения на структуру и свойства рабочего слоя прокатных валков из чугуна ЛПХНД-71 / К. Н. Вдовин, Д. А. Горленко, А. Н. Завалишин, Д. В. Куряев // *Металловедение и термическая обработка металлов.* – 2020. – № 4(778). – С. 7-11.
3. Исследование процессов формирования структуры и свойств валковых сталей с целью создания их новых составов / В. М. Колокольцев, Н. А. Феоктистов, А. С. Савинов, Е. В. Скрипкин // *Черные металлы.* – 2024. – № 3. – С. 28-32. – DOI 10.17580/chm.2024.03.05.

Санарова И.Ю. (магистрант), **Санаров Е.В.** (магистрант),
Андреев С.М. (AuthorID: 656395)

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЦЕНТРОБЕЖНОЛИТЫХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОРНЫХ ВАЛКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

Актуальность работы обусловлена задачей импортозамещения в металлургическом машиностроении и необходимостью увеличения стойкости ответственных узлов прокатных станов. Опорные валки подвергаются комплексному воздействию высоких контактных, изгибных и термических напряжений, что приводит к их преждевременному износу, выкрашиванию и усталостному разрушению. Цель исследования – обосновать эффективность применения центробежно-литых биметаллических валков в сочетании с технологией цифрового двойника для кардинального повышения их ресурса [1].

Анализ показал, что центробежное литье является наиболее перспективным методом получения биметаллических опорных валков. Данная технология позволяет создать изделие с четко выраженной двухслойной структурой: наружный рабочий слой из высоколегированной износостойкой стали (например, хромомолибденовой марки 75ХМФ) и внутренний слой (сердцевина) из более пластичной и вязкой стали. Это обеспечивает оптимальное сочетание высокой поверхностной твердости (HRC 58–66) для сопротивления износу с высокой прочностью и ударной вязкостью ядра для восприятия динамических нагрузок. Преимуществами центробежного способа являются высокая плотность и однородность структуры рабочего слоя, минимальная ликвация и возможность точного контроля толщины упрочненного слоя [2,3].

Для дальнейшей оптимизации конструкции, материалов и режимов термообработки таких валков предлагается использовать концепцию цифрового двойника (ЦД). Разработка гибридного ЦД, интегрирующего физические модели (CAE) процесса литья, термической обработки и эксплуатационных нагрузок с данными онлайн-мониторинга, позволит решить задачи, связанные с моделированием и оптимизацией технологических режимов производства опорных валков.

Список использованных источников

1. Гулаков А.А., Тухватулин И.Х., Храпов Е.В. Производство центробежно-литых особо крупных листопркатных валков для толстолистовых станов // Труды IX конгресса прокатчиков. Череповец: ЧГУ, 2013. С. 255–257.
2. Вдовин К.Н., Куряев Д.В., Феоктистов Н.А. и др. Прокатные валки: монография. Магнитогорск: Изд-во МГТУ им. Г.И. Носова, 2018. 335 с.
3. Хайстеркамп П., Гостев К.А. Требования к валкам станов горячей прокатки и инновации // Сталь. 2017. № 11. С. 18–25.

Санарова И.Ю. (магистрант), **Санаров Е.В.** (магистрант),
Андреев С.М. (AuthorID: 656395)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРИ ЦЕНТРОБЕЖНОМ ЛИТЬЕ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОРНЫХ ВАЛКОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Актуальность исследования обусловлена необходимостью гарантированного получения высококачественных биметаллических опорных валков для станов горячей прокатки. Ключевым технологическим этапом, определяющим их служебные свойства, является центробежное литье с последующей термической обработкой. Цель работы – разработка концепции интеллектуальной системы управления качеством на этих этапах на основе методов искусственного интеллекта (ИИ).

Анализ показал, что критичными параметрами, влияющими на формирование дефектов, являются: колебания температуры расплава, скорости вращения формы, градиенты охлаждения при литье, а также нелинейность нагрева и охлаждения при закалке и отпуске. Традиционные системы управления не обеспечивают адаптивности к возмущениям и вариациям шихтового состава.

Предлагается внедрение двухуровневой ИИ-системы:

1. На этапе центробежного литья применяется гибридная модель, сочетающая физические уравнения тепломассопереноса с алгоритмами машинного обучения (МО). Модель в режиме реального времени анализирует данные с датчиков температуры в разных зонах формы, вибрации и веса заливаемого металла. Алгоритмы МО прогнозируют риск возникновения дефектов (ликвация, газовые раковины) и автоматически корректируют скорость вращения и режим охлаждения для формирования плотной, однородной двухслойной структуры с четкой границей раздела.

2. На этапе термической обработки используется нейросетевая модель, оптимизирующая режимы закалки и отпуска для получения заданной микроструктуры (мартенсит с дисперсными карбидами) в рабочем слое и вязкой феррито-перлитной структуры в сердцевине. Модель обучена на исторических данных о зависимости конечной твердости, глубины закаленного слоя и остаточных напряжений от температурно-временных параметров обработки для конкретных марок стали (например, 75ХМФ и 55Х). Система динамически регулирует скорость нагрева в печи и интенсивность охлаждения, минимизируя термические напряжения и предотвращая образование закалочных трещин.

Внедрение такой ИИ-системы позволит перейти от статистического контроля качества к гарантированному воспроизведению оптимальных свойств в каждой партии валков. Ожидаемый технологический эффект – снижение брака на этапе изготовления на 25-30%, повышение стабильности твердости рабочего слоя и увеличение стойкости к выкрашиванию, что напрямую сократит затраты на импортозамещение в металлургическом машиностроении.

Башарова А.А. (магистрант), **Маркевич А.В.** (AuthorID: 582571)

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТОПОРОШКОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА НОЖЕЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ООО «МРК»

Обеспечение высокого качества режущего инструмента является критически важной задачей для производителя, поскольку дефекты могут привести к преждевременному выходу изделий из строя, репутационным и финансовым потерям. В производстве ножей из легированных инструментальных сталей (6ХВ2С, 4Х5МФС, 55ХН2МФ и др.) наиболее опасны поверхностные и подповерхностные трещины, возникающие на этапах термо- и механической обработки. Их образование связано с внутренними напряжениями и термоударом. Своевременное обнаружение таких дефектов позволяет отбраковать заготовку до проведения дорогостоящих финишных операций (шлифовки, полировки), обеспечивая прямую экономию материалов и энергоресурсов. Магнитопорошковая дефектоскопия признана наиболее эффективным методом для решения данной задачи.

Целью данного исследования был анализ действующей системы магнитопорошковой дефектоскопии, применяемой для контроля ножей на ключевых этапах технологического процесса в условиях ООО «МРК». Технологический процесс включает комплекс последовательных операций: входной контроль заготовки, ковку, предварительную и окончательную термообработку, механическую обработку и шлифование. Контроль качества методом магнитопорошковой дефектоскопии строго интегрирован в производственный цикл и выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56512-2015 на двух критических этапах: после предварительной механической обработки (для выявления дефектов материала, унаследованных от заготовки) и после финишной операции шлифования (для обнаружения трещин, вызванных термообработкой или абразивным воздействием). Такая стратегия контроля формирует два защитных барьера против проникновения брака на последующие стадии.

Применяемая на предприятии усовершенствованная технология основана на методе мокрого нанесения флуоресцентной магнитной суспензии с последующим ультрафиолетовым осмотром. Стандартный процесс включает обязательные этапы: тщательную подготовку поверхности (достижение шероховатости не грубее Ra 3,2 и очистку от загрязнений), намагничивание в двух взаимно перпендикулярных направлениях для выявления дефектов любой ориентации, инспекцию в затемненной зоне с ультрафиолетовым освещением и финальное размагничивание. Использование стабилизированной суспензии обеспечивает высокую подвижность магнитных частиц и позволяет выявлять дефекты размером до 0,01 мм. Данная методика, основанная на анализе полей рассеяния, полностью соответствует современным тенденциям повышения чувствительности и достоверности магнитопорошкового контроля.

Таким образом, система магнитопорошковой дефектоскопии на ООО «МРК» является технологически обоснованным и экономически эффективным инструментом обеспечения качества.

Понамарева Т.Б. (AuthorID: 525666)

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЗОТВОРНОСТИ ПРОТИВОПРИГАРНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА НА РАЗНЫЕ ИСТОЧНИКИ ГАЗООБРАЗОВАНИЯ

Основная задача противопригарного покрытия заключается в защите отливки от образования дефектов поверхностного слоя. Противопригарное покрытие должно обладать стабильными технологическими, защитными и рабочими свойствами на всем цикле получения литой отливки, поэтому к характеристикам покрытий предъявляются требования, которые смогут обеспечить необходимый уровень защиты отливки от образования дефектов поверхностного слоя [1]. Во время заливки металла в форму, в результате высокотемпературного нагрева в окрашенном слое проявляются рабочие свойства покрытия, к ним относят газотворность и термическую устойчивость.

Высокие температуры заливаемого жидкого металла в полость окрашенной формы приводят к деструкции компонентов, входящих в состав противопригарного покрытия. Этот процесс сопровождается разложением органических веществ и выделением газов. Большое количество выделившихся газов приводит к образованию дефектов газового происхождения на поверхности отливки, что ухудшает внешний вид изделия. Выделение газов происходит за счет процессов, связанных с испарением воды и окислением органических компонентов, которые характеризуются выделением влаги и диоксида углерода [2].

Для определения газотворности противопригарных покрытий используют методику представленную в ГОСТ 23409.12-78. Данная методика длительна, и её результатом является измерение общего количества выделившихся газов. Для оценки влияния компонентов, входящих в состав покрытия, этой информации недостаточно. Использование дифференцированного определения газотворности на анализаторе углерода и воды ELTRA CW 800M MULTIPHASE позволяет оценить количество отходящих газов в зависимости от их природы, что является важным фактором при выборе компонентов для разработки новых составов.

Список используемых источников

1. Давыдов, Н.И. Литейные противопригарные покрытия: справочник / Н.И. Давыдов. – М.: Машиностроение, 2009. – 240 с.
2. Вдовин, К.Н. Исследование газотворности противопригарной цирконовой краски для стальных отливок / К.Н. Вдовин, К.Г. Пивоварова, Т.Б. Понамарева, Н.А. Феоктистов // Литейное производство. – 2018. – № 11. – С. 16-20.

Савинов А.С. (AuthorID: 671233), Михалкина И.В. (AuthorID: 1059731),
 Фочина К.В. (AuthorID: 1034143)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАРАСТАНИЯ РАБОЧЕГО СЛОЯ ОПОРНЫХ ВАЛКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ

При производстве прокатных валков нередко возникают определенные трудности, вызванные их значительными крупногабаритными размерами [1]. Общеизвестно, что важнейшим параметром эксплуатационной стойкости вала является толщина его рабочего слоя.

В работе представлено исследование опорного вала одного из ведущих мировых производителей, которое позволило определить основные характеристики, определяемые в качестве граничных условий для разработки аналога методом промывки [1].

Для вала диаметром бочки 1600 мм была произведен расчет времени затвердевания рабочего слоя от различных толщин кокилей: 120 мм, 200 мм, 240 мм, 420 мм. Полученная зависимость величины затвердевшего слоя бочки вала от времени представлена на рис. 1.

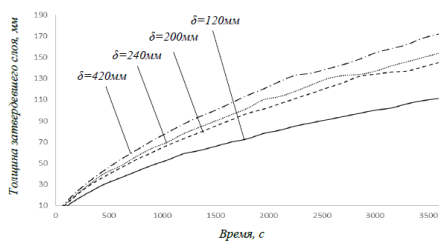


Рис. 1. Зависимость толщины затвердевшего слоя бочки вала от времени затвердевания при различных толщинах кокилья

Установленная динамика нарастания рабочего слоя прокатного вала позволила спрогнозировать технологические параметры времени промывки. При увеличении толщины стенки кокилья с 120 до 420 мм время нарастания рабочего слоя в 134 мм падает с 4600 до 2200 секунд.

Полученные данные будут полезны технологам литейных предприятий при проектировании технологии изготовления прокатных производств.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-79-31018, <https://rscf.ru/project/25-79-31018/>

Список используемых источников

1. Определение технологических параметров изготовления опорного вала на основе прогнозирования теплового состояния системы «бочка вала-кокиль» / К.В. Фочина, А.С. Савинов, И.В. Михалкина, С.М. Андреев, В.П. Чернов // Черные металлы. – 2025. - № 12. – С. 32-37.

Рева Д.В. (AuthorID: 1124572), Прусов Е.С. (AuthorID: 606018)

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗООБРАЗОВАНИЯ
В СИСТЕМЕ Al-Mg-Si-Ti-Li ПРИ СИНТЕЗЕ ЛИТЫХ
АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Литые алюмоматричные композиты представляют собой один из перспективных классов конструкционных и функциональных материалов в металлургии и материаловедении, в частности, для изготовления износостойких изделий машиностроения. Актуальность поиска новых систем армирования алюмоматричных композитов обусловлена преимуществами *in situ*-синтеза армирующих фаз непосредственно в расплаве, что обеспечивает их термодинамическую совместимость с матрицей. К таким компонентам относятся фазы кристаллизационного происхождения, такие как Mg_2Si в системе Al-Mg-Si (в заэвтектической области составов), а также реакционные интерметаллиды типа Al_3Ti , формируемые в ходе экзотермических взаимодействий прекурсоров с расплавом. Вместе с тем, неконтролируемый рост эндогенных армирующих фаз может приводить к формированию крупных дендритоподобных или иных структур с неблагоприятной морфологией, что существенно снижает уровень механических свойств композитов. Контроль морфологии и дисперсности армирующих фаз с использованием модификаторов (например, Ca и Li для измельчения Mg_2Si) остается критически важной научно-технической задачей, требующей систематического изучения, а ее решение позволит перейти к синтезу литых композитов гибридного состава с управляемой структурой.

В настоящей работе проведено термодинамическое моделирование фазовых равновесий в системе Al-Mg-Si-Ti-Li с использованием Thermo-Calc (по базе TCAL4). Расчет вели на примере композита Al + 15 масс.% Mg_2Si (9,74 % Mg; 5,6% Si) с добавлением 5% Ti и с различным содержанием модифицирующей добавки лития (от 0 до 0,5% Li). Согласно результатам моделирования, литий существенно изменяет поведение композитов Al- Mg_2Si -Ti при кристаллизации. Так, при комнатной температуре (25°C) и содержании Li от 0,036% фазовый состав композита представлен областью (Al) + Al_3Ti + AlLiSi + Al_3Mg_2 + Mg_2Si . Фаза AlLiSi присутствует в продуктах кристаллизации во всем диапазоне рассмотренных концентраций лития. При 0,5% Li первично из жидкости кристаллизуется соединение Si_4Ti_5 при 1487°C, далее при 642°C начинается выделение AlLiSi и SiTi; при 625°C в продуктах кристаллизации появляется Al_3Ti , при 596°C начинается формирование твердого раствора (L + (Al) + Al_3Ti + AlLiSi + Si_2Ti). Ниже 580°C фазовый состав следующий: (Al) + Al_3Ti + AlLiSi + Mg_2Si ; после 247°C формируется окончательный состав композиции (Al) + Al_3Ti + AlLiSi + Al_3Mg_2 + Mg_2Si . Предположительно, преципитаты первичной фазы AlLiSi могут выступать как ингибиторы роста кристаллов Mg_2Si .

Полученные данные могут быть использованы при определении рациональных температурно-концентрационных условий получения литых алюмоматричных композитов системы Al-Mg-Si-Ti-Li.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В СТАЛЬНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗАГОТОВКЕ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

В работе рассмотрен вопрос возникновения продольных деформаций по высоте объекта цилиндрической формы, возникающих вследствие температурного перепада по радиусу цилиндра [1-4]. Получены математические зависимости, обеспечивающие в динамике расчет нормальных, касательных и эквивалентного напряжений. Рассмотрено применение данной методики для определения напряженного состояния цилиндров радиусами до 0,1 м при нагреве до 500 [5-8]. Показано, что изменение радиуса цилиндра при одинаковых условиях нагрева приводит к уменьшению максимальных растягивающих и сжимающих напряжений примерно в два раза. Определены главные напряжения по радиусу цилиндрического стержня при нагреве [9-10].

Список используемых источников

1. T.K. Roy, B. Bhattacharya, C. Ghosh, S.K. Ajmani, *Advanced High Strength Steel*, Springer Nature Singapore Pte Ltd, New York, 2018.
2. R.B. Hetnarski, *Encyclopedia of Thermal Stresses*, Springer Dordrecht Heidelberg, New York, 2014.
3. R.B. Hetnarski, M.R Eslami, *Thermal Stresses - Advanced Theory and Applications*, Springer, New York, 2009.
4. N. Fondeur, *Advanced High Strength Sheet Steels*, Springer, New York, 2015.
5. V.M. Kolokol'tsev, A.S. Savinov, A.S. Tuboltseva, Prediction of temperature fields in the system "casting and a damp sandy-argillaceous mold", *Solid State Phenomena* 284 (2018) 640-646.
6. В.М. Колокольцев, Е.В.Синицкий, А.С. Савинов, Моделирование температурных полей при получении отливок, *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова* 51 (2015) 39-43.
7. А.С. Савинов, Д.Я. Дьяченко, К.А. Фролушкина, Расчет температурных деформаций при охлаждении пластины, *Механическое оборудование металлургических заводов* (2012) 177-180.
8. V.M. Kolokol'tsev, A.S. Savinov, F.G. Ibragimov, Identification of the thermal stress with a temperature gradient in a plane casting wall Steel in Translation 44 (2014) 276-279.
9. С.Е. Коршиков, И.А. Ткачев, Моделирование полей термических напряжений в процессе индукционного нагрева стальных цилиндрических заготовок, *Проблемы управления и моделирования в сложных системах: сб. статей XV Международной конференции.* – Самара: ПУМСС, 2013. – С. 72-77.
10. А.С. Савинов, А.С. Тубольцева, Определение напряжений в кристаллизующемся слое стенки отливки, *Теория и технология металлургического производства* 14 (2014) 61-63.

Руденко Т.А. (инженер-технолог), Кривенков И.В. (вед. инженер-технолог)

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ УЧАСТКА МЕЛКОГО И СРЕДНЕГО ЛИТЬЯ (ЛИНИЯ ХТС) ЛЦ (УВЕЛИЧЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ФОРМ НА ЛИНИИ ХТС МЕЛКОГО И СРЕДНЕГО ЛИТЬЯ)

Литейное производство, одна из отраслей промышленности, продукцией которой являются отливки, получаемые в литейных формах при заполнении их жидким сплавом. Из-за необходимости в кратчайшие сроки обеспечить реальное импортозамещение, производители литья сейчас загружены заказами, а вложения в металлургическую и литейную промышленность растут [1].

В связи с увеличением количества заказов на литейную продукцию требуется увеличение производительности участка мелкого и среднего литья. Часто участки мелкого и среднего литья являются сильно нагруженными из-за большой номенклатуры, частых переналадок и высокой доли ручного труда. Необходимо снижение себестоимости и сокращение сроков изготовления. Был проведен анализ операций, из которых состоит весь технологический процесс получения отливок, проведены расчеты производительности каждой операции и выявлены «узкие места». Для увеличения производительности предлагается ввести принципы бережливого производства [2]:

1. Организовать рабочее пространство таким образом, что бы сократить потерю времени на поиск инструментов и оснастки
2. Проводить планирование изготовления отливок на неделю вперед для сокращения запасов оснастки на территории цеха.

Так же предлагается изменить опочную оснастку которая используется в цеху, что позволит сократить время заполнения формы смесью. За счет сокращения запасов оснастки на территории цеха предлагается расширить заливочный плац, что позволит поместить большее количество форм для заливки. Для снижения количества брака необходимо обеспечить сохранение целостности уже готовых полуформ. Для привлечения новых и удержания опытных специалистов на рабочих местах предлагается улучшить условия труда по средствам установки вытяжных систем и отлаженного графика изготовления отливок. Комплексный подход к увеличению производительности сочетающий технологическую модернизацию, оптимизацию процессов и улучшение условий труда позволит увеличить производительность количества форм, наладить четкий и понятный план заливок, так же будет обеспечен свободный доступ к бививке остывших форм, своевременный вывоз отработанной формовочной смеси, отсутствие скопления модельных комплектов.

Список использованных источников

1. <https://afkrukun.ru/analitika/post-1662/>
2. Староверова, К. О. Основы бережливого производства : учебник для среднего профессионального образования / К. О. Староверова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 74 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16473-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/589262> (дата обращения: 03.02.2026).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ОЛОВА ПРИ ВЫПЛАВКЕ СВИНЦОВЫХ СПЛАВОВ

Растущий дефицит и рост цен на цветные металлы, в частности на олово, неизбежно сказываются на себестоимости конечной продукции и заставляет больше внимания обращать на возможности использования техногенных отходов производства и потребления этих сплавов. Задачей настоящей работы было исследование возможности применения оловосодержащих отходов для проведения микролегирования и легирования при получении свинцово-оловянно-кальциевых и свинцово-сурьмянистых сплавов [1-2]. В ходе работы в лабораторных условиях были проведены экспериментальные исследования взаимодействия олова со свинцом, медью, сурьмой, мышьяком и другими компонентами свинцовых сплавов в условиях индукционной тигельной плавки, и определены оптимальные технологические режимы получения оловянно-свинцовой лигатуры.

При проведении экспериментов в качестве исходного оловосодержащего сырья использовалась стружка марки Б I-1 по ГОСТ 1639-78, следующего состава, %: Sn – 36-38; Pb – 51-53; Sb – 7-9; Cu – 0,05-0,2, прочие – суммарно, не более 0,5.

В качестве реактивов использовались сера гранулированная; алюминий кусковой; селитра натриевая; сода каустическая. Варьировалось количество и соотношение рафинирующих добавок, время и температура обработки расплава. Основной задачей было удаление меди, снижение содержания сурьмы и мышьяка до требуемых по НТД и минимальные потери свинца и олова. Исследовались: 1) трехэтапное рафинирование расплава: серой + щелочное рафинирование + алюминием; 2) обработка расплава одним из реактивов; 3) ступенчатое щелочное рафинирование (сода + селитра).

Лучшие результаты были получены при трехэтапном рафинировании и соблюдении оптимального температурного режима: наиболее эффективное удаление меди обеспечила сера – до 0,01% и менее, при температурах 300-320°C и активном перемешивании; обработка щелочами при 400-450 °С позволила эффективно убрать лишнюю сурьму; алюминий дал дополнительный эффект по удалению сурьмы и позволил частично восстановить окислившийся свинец и олово.

Увеличению металлургического выхода и снижению потерь металла в шлак при неизменном составе исходного сырья должно способствовать повышение скорости ввода реагентов в жидкий металл, интенсивности перемешивания расплава, измельчение реагентов, например, использование алюминиевой пудры, строгое соблюдение оптимальных температурных режимов. Соблюдение всех этих требований позволяет получить оловянно-свинцовую лигатуру требуемого состава с металлургическим выходом до 75-80%. Образовавшиеся съемы могут быть переработаны в ротационных печах при производстве чернового свинца [3].

Список используемых источников

1. Спиваковский, В.Б. Аналитическая химия олова / В.Б. Спиваковский. – М.: Наука, 1975. – 252 с.
2. Тарасов, А.В. Металлургическая переработка вторичного свинцового сырья / А.В. Тарасов, А.Д. Бессер, В.И. Мальцев, В.С. Сорокина – М.: Гинцветмет, 2003. – 224 с.
3. Исследование отходов, образующихся при производстве свинца / С.Л. Ровин, С.В. Григорьев // Литье и металлургия, 2018. – № 2. – С.43–49.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК

В ходе работы были исследованы различные варианты составов смесей из техногенных отходов, образующихся на АО «Узметкомбинат» и ЦРМЗ АО «Алмалыкский ГМК», включая алюминиевую стружку, железную окалину и отходы огнеупорных материалов (периклазовой и шамотной футеровки). В качестве связующего было исследовано применение огнеупорной глины, лигносульфоната, декстрина, жидкого стекла, фенолформальдегидной смолы. Все исходные компоненты при необходимости измельчались (отходы огнеупоров, окалина, алюминиевая стружка, плавиковый шпат и т.п.) и проходили рассев (использовалась фракция 0,1-1 мм). Приготовление смеси осуществлялось в катковом смесителе. Формовка экзотермических оболочек выполнялась вручную [1]. На первом этапе исследований оценивались традиционные физико-механические и технологические свойства смесей [2, 3]: прочность сырая и после отверждения, уплотняемость смеси, требуемая температура воспламенения (800-950°C), стабильное горение с небольшой скоростью; отсутствие обильного газовыделения при сгорании, отсутствие пироэффекта, а также удельная себестоимость покупных материалов (связующего и специальных добавок).

Из составов, которые показали лучшее сочетание физико-механических и технологических свойств (смеси с применением связующего комплекса на базе огнеупорной глины и декстрина), были изготовлены экзотермические прибыли и проведена их апробация при изготовлении опытных отливок из легированных сталей марки 35ХГСЛ массой от 100 до 400 кг. Эксперименты показали, что применение экзотермической смеси оптимального состава позволяет в 2-2,5 раза сократить массу металла на питание отливки по сравнению с традиционными объемными прибылями [1].

По предварительным оценкам, реализация разработанных технических решений позволит стабилизировать качество и повысить выход годного при производстве стальных отливок на 10-15%, снизив массу литниково-питающих систем, и внести вклад в решение задачи переработки и использования собственных техногенных отходов. При этом расчетная себестоимость элементов ЛПС из разработанных смесей оказалась почти в 10 раз ниже рыночной цены на аналогичные изделия.

Список используемых источников

1. Шукуров, Д.Д. Разработка экзотермических смесей и вставок на основе техногенных отходов производства / Д.Д. Шукуров, С.Л. Ровин // Литейное производство и металлургия 2025. Беларусь: сборник трудов 33-й Международной научно-технической конференции, 19-21 ноября 2025 года, Минск, Республика Беларусь / Белорусский национальный технический университет; под общ. ред. Е.И. Маруковича. – Минск: БНТУ, 2025. – С. 34-38.
2. Справник, В.И. Обогрев прибылей отливок экзотермическими смесями / В.И. Справник, Л.Ф. Выгоднер. – М.: Машиностроение, 1981. – 104 с.
3. Грачев, А.Н. Разработка составов экзотермических смесей для стального и чугунного литья с применением отходов термического производства / А.Н. Грачев, И.О. Леушин, Л.И. Леушина // Черные металлы, 2018 – №2. – С. 39–43.

Секция «Материаловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

УДК 621.78

Григоренко Е.Д. (AuthorID: 1329493)

ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Режущий инструмент предназначен для формирования новых поверхностей путем отделения поверхностных слоёв материала с образованием стружки.

Стойкость инструментов зависит от микроструктуры, химического состава, технологии получения, режимов термической и поверхностной обработок. Плазменная и электродуговая наплавки позволяют получить высокую твердость и теплостойкость рабочей поверхности режущего инструмента и способствовать увеличению его эксплуатационной стойкости. Приведены результаты исследования изменения твердости покрытий из молибденовой быстрорежущей стали, наплавленные электродуговой и плазменной наплавкой на среднеуглеродистую сталь 30ХГСА.

В наплавленном слое, как показано в работах [1, 2], должны образовываться комплексные карбиды, содержащие азот, карбонитриды и нитриды. Структура после плазменной наплавки более дисперсная, по сравнению с электродуговой наплавкой, что можно связать с тем, что плазменная наплавка занимала меньшее время, подложка меньше прогревалась и кристаллизация завершалась быстрее. Твердость слоя после электродуговой наплавки составила 56-58 HRC, а после плазменной наплавки – 50-54 HRC, что связано с большим количеством остаточного аустенита.

После закалки был произведен отпуск при температуре 560 °С, который выявил незначительный прирост твердости на 1-3 единицы HRC. Проведении последующих отпусков при больших температурах с шагом 10 градусов привело к увеличению твердости в результате превращения остаточного аустенита в мартенсит и выделением дисперсных карбидов MeC и Me_6C .

Покрытие, полученное плазменной наплавкой, имеет большую теплостойкость (более 600°С), по сравнению с покрытием, полученным электродуговой наплавкой.

Список используемых источников

1. Шекшеев, М.А. Исследование влияния ультрадисперсных частиц монокарбида вольфрама на структуру наплавленного металла/М.А. Шекшеев, С.В. Михайлицин, А.Б. Сычков, А.Н. Емельюшин, Е.Н. Ширяева//Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Metallurgy. - 2018. - Т. 18. - № 4. - С. 128-136. - EDN: YPWZWX.
2. Romanenko, D.N. Physical modeling of the mechanism of modification with wearresistant surfacing/ D.N. Romanenk o, Yu.A. Artemenko, A.N. Emelyushin, R.R. Dema, S.P. Nefed'ev, G.M. Zhuravlev//Chemical and Petroleum Engineering. - 2017. - Т. 52. - № 11-12. - С. 769-773. - EDN: YSXBOJ.

Работа выполнена под научным руководством проф. док., техн. наук Емельюшина А.Н. (AuthorID: 31843)

Шумакова А.С. (студент)

ВЕЛИКИЙ РУССКИЙ МЕТАЛЛУРГ П.П. АНОСОВ

П.П. Аносов стал первым металлургом, начавшим планомерное изучение влияния на сталь различных элементов. Он исследовал добавки золота, платины, марганца, хрома, алюминия, титана и других элементов и первым доказал, что физико-химические и механические свойства стали могут быть значительно изменены и улучшены добавками некоторых легирующих элементов. П.П. Аносов заложил основы металлургии легированных сталей [1], а именно следующие направления:

- впервые применил для исследования строения стали микроскоп (1831 г.);
- открыл секрет изготовления булата;
- заменил на фабрике вредное для здоровья ртутное золочение клинков гальваническим;
- предложил и испытал способ получения золота из золотосодержащих песков путем плавления в доменных печах;
- усовершенствовал золотопромывальную машину и другие заводские устройства;
- исследуя окрестности Златоуста, Аносов сделал детальное описание геологического строения этой части Южного Урала;
- изобрёл новый способ закалки кос; на тот момент это было важным открытием, так как всё сельское хозяйство использовало косы.
- первым в России разработал технологию изготовления огнеупорных тиглей;
- в 1844 г. Аносов был избран член-корреспондентом Казанского университета и почетным членом Харьковского университета за книгу «О булатах», которая являлась настольной книгой всех отечественных плавильщиков, металлургов и оружейников;
- впервые в мире применил газовую цементацию металла, которая нашла в настоящее время широкое распространение.

За свою жизнь Павел Петрович Аносов дослужился до звания генерала-майора и был удостоен множества наград, среди которых: 4 ордена, золотая медаль Московского сельскохозяйственного общества. Аносов первым из металлургов понял, что строение, структура металла, то есть вид и размеры «зерен», из которых он состоит, — это своего рода паспорт металла. Между структурой того или иного куска металла и его механическими свойствами — твердостью, гибкостью и т. д. — существует теснейшая связь. Наследие П.П. Аносова далее развил Д.К. Чернов, построивший диаграмму состояния железо-углерод и ставший основателем теоретического металловедения. Современные ученые в своих разработках — исследованиях используют достижения своих предшественников.

Работа выполнена под научным руководством проф. док., техн. наук Емелишина А.Н. (AuthorID: 31843)

Сычков А.Б. (AuthorID: 644171), Савченко С.А. (AuthorID: 1298610)

МЕТОДИКА КАЧЕСТВЕННОГО РАСЧЕТА СТЕХИОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЫ КАРБИДОВ В СТАЛИ ШХ15

Качественный расчет стехиометрической формулы карбидных фаз в подшипниковой стали типа ШХ15 основан на определении атомного соотношения металл/углерод (М/С) в локальных микровыделениях [1]. Методика применяется для идентификации типа карбида и анализа ликвационных процессов при затвердевании.

Алгоритм расчета: проводится анализ локального элементного состава карбидов (массовые доли С, Cr, Fe, Mn) методом энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС). Рассчитывается количество вещества (моль) каждого элемента на условные 100 г фазы, используя их атомные массы [1, 2]. Суммируется количество вещества металлов в молях ($\Sigma M = n(\text{Cr}) + n(\text{Fe}) + n(\text{Mn})$):

- количество молей вещества – $n(\text{Э}i) = \% \text{Э}i / (\text{у.у.е. } \text{Э}i)$, где $\% \text{Э}i$ - %-ое содержание i -ого элемента, у.у.е. $\text{Э}i$ – условная углеродная единица масса i -ого элемента. Вычислить соотношение $M/C = \Sigma M / n(C)$;

- проводится сравнение полученного значения с теоретическими для известных карбидов:

$$M_7C_3 = 2.33;$$

$$M_3C_2 = 1.50;$$

$$M_{23}C_6 = 3.83.$$

Применение методики к анализу зон непрерывнолитой заготовки (НЛЗ) :

- осевая зона (медленное охлаждение): $M/C \approx 1.54$ – то значение близко к 1.50, что соответствует легированному карбиду типа $(\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{C}_2$;

- большая грань (промежуточное охлаждение): $M/C \approx 1.84$ - промежуточное значение между M_3C_2 и M_7C_3 указывает на нестехиометрический карбид на основе $(\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{C}_2$ с избытком металлов;

- малая грань (максимальное охлаждение): $M/C \approx 1.74$ - реобладание хрома в составе позволяет классифицировать фазу как обогащенный хромом карбид $(\text{Cr}, \text{Fe})_7\text{C}_3$.

Расчет М/С является эффективной качественной методикой. Его применение к стали ШХ15 выявило градиент состава карбидов по сечению НЛЗ: от хромистого M_7C_3 на быстроохлаждаемых гранях до железистого M_3C_2 в осевой зоне [4]. Все карбиды являются первичными ликвационными, а пространственное изменение их стехиометрии служит индикатором термокинетических условий затвердевания и интенсивности ликвации хрома, что согласуется с особенностями технологии непрерывной разливки.

Для количественного определения состава реальных карбидов в стали следует применять рентгеноструктурный анализ. Для качественного, примерного установления формулы карбидов возможно применение вышеприведенной методики с определенной погрешностью.

Для подшипниковых сталей типа ШХ15 использование качественной методики для расчета формулы карбидов является во многом определяющим для аттестации продукции в соответствии с требованиями ГОСТ 801.

Зубанрова И.А. (инженер исследователь), **Новиков А.В.** (директор),
Мальш С.В. (техн.директор), **Рамазанов А.Н.** (зам.генерального директора
по качеству-гл.инж.конструктор), **Дементьев А.В.** (зам.ген. директора),
Атангулова Г.Я. (AuthorID: 823605)

ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ ГТУ ИЗ СПЛАВОВ НА КОБАЛЬТОВОЙ ОСНОВЕ

В условиях санкционных ограничений, восстановление деталей ГТУ является важной превентивной мерой, позволяющей продлить срок эксплуатации оборудования и обеспечить стабильность работы. Для продления ресурса деталей ГТУ, на ООО «Производственное предприятие Турбинаспецсервис» осуществляется комплексный восстановительный ремонт. В частности, для восстановления сопловых лопаток из сплавов на кобальтовой основе, необходимым этапом является применение ручной аргонно-дуговой сварки. Однако в процессе эксплуатации детали подвергаются высокому температурному воздействию, а также механическим нагрузкам, что приводит к ухудшению структуры и негативно влияет на свариваемость. В процессе сварки детали из кобальтовых сплавов подвержены возникновению внутренних трещин напряжения, что усложняет процесс их ремонта.

Микроструктура сопловых лопаток в постэксплуатационном состоянии была тщательно исследована металлографическим методом, с применением оптической и сканирующей электронной микроскопии. Анализ микроструктуры выявил наличие в основном материале сплава таких структурных составляющих, как: карбидная сетка по границам зерен, выделение карбидов шрифтового типа – «китайский иероглиф», появление топологически плотноупакованных фаз. Химический анализ также подтвердил наличие тугоплавких элементов в фазах, что необходимо учитывать при подборе режимов восстановительной термической обработки. Для решения проблемы свариваемости сопловых лопаток из сплавов на кобальтовой основе, на предприятии был подобран наиболее эффективный режим применения восстановительной термической обработки в вакуумной печи. Выбранный режим положительно повлиял на микроструктуру деталей – в процессе проведения термической обработки произошло растворение карбидной сетки, топологически плотноупакованных фаз, а также изменение морфологии карбидов шрифтового типа. Восстановление микроструктуры сплава способствовало улучшению процессов сварки, снизив риск возникновения трещин до минимума, и повысив качество сварных соединений. Подобранный режим восстановительной термической обработки, применяемый на ООО «Производственное предприятие Турбинаспецсервис», позволяет ремонтировать детали ГТУ из сплавов на кобальтовой основе, обеспечивая восстановление их микроструктуры и прочностных характеристик для дальнейшей эксплуатации. Этим доказываются высокие эффективность и рентабельность ремонтных мероприятий предприятия ООО «Производственное предприятие Турбинаспецсервис», использующих в своей практике научные исследования и передовой отраслевой опыт.

Атангулова Г.Я. (AuthorID: 823605), **Зубаирова И.А.** (инженер исследователь), **Мальш С.В.** (техн.директор), **Рамазанов А.Н.** (зам.генерального директора по качеству-гл.инж.конструктор), **Дементьев А.В.** (зам.ген. директора), **Сычков А.Б.** (AuthorID: 644171)

НАНЕСЕНИЕ ЗАЩИТНОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ МЕТОДОМ HVOF НА ДЕТАЛИ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ МАРОК СТАЛЕЙ

В настоящее время в ООО «Производственное предприятие Турбинаспецсервис» одним из методов нанесения защитного металлического покрытия на детали газотурбинных установок является метод HVOF (высокоскоростное газопламенное напыление).

В ходе освоения нанесения покрытий методом HVOF на жаропрочные сплавы были подобраны технологические параметры напыления, которые позволили получить однородную микроструктуру покрытия с минимальной пористостью и высокими адгезионными свойствами с основным материалом.

На сегодняшний день актуальной задачей является подбор технологических параметров нанесения и дальнейшей обработки защитного покрытия системы MeCrAlY методом HVOF на детали газотурбинных установок из других материалов, а именно на детали из коррозионностойких марок сталей.

В ходе проведения работ по подбору технологических параметров нанесения защитного покрытия и последующей обработки деталей из коррозионностойких мар

ок сталей были опробованы несколько режимов термической обработки и выбран наиболее эффективный, обеспечивающий необходимые свойства покрытия. В результате термической обработки на границе «покрытие – основной материал» формируется диффузионная зона, которая обеспечивает прочное сцепление покрытия с основным материалом детали.

Таким образом, был подобран режим термической обработки с целью создания диффузионной зоны между металлическим защитным покрытием нанесенным методом HVOF и основным материалом из коррозионностойкой марки стали.

При этом обеспечиваются высокие эксплуатационные характеристики защитного покрытия деталей из коррозионностойких марок стали. Подобранный материал диффузионного покрытия является сплавом сложного химического состава на базе таких химических элементов, как хром, алюминий, иттрий и метод нанесения его на поверхность металлоосновы - высокоскоростное газопламенное напыление (HVOF), обуславливают эффективность процесса и эксплуатационные свойства покрытия.

Зубairoва И.А. (инженер исследователь), **Сабитов А.Р.** (инженер исследователь), **Новиков А.В.** (директор), **Малыш С.В.** (техн.директор), **Рамазанов А.Н.** (зам.генерального директора по качеству-гл.инж.конструктор), **Дементьев А.В.** (зам.ген. директора), **Атангулова Г.Я.** (AuthorID: 823605)

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАПЛАВЛЕННОГО СЛОЯ ПОРОШКОМ LYF36

В ходе эксплуатации детали газовых турбин подвергаются износу, что может приводить к снижению или полной потере работоспособности всего изделия [1, 2]. Для восстановления изношенных деталей в ООО «ПП ТСС» активно используется метод лазерной наплавки. Цель исследования - изучение формирования микроструктуры при лазерной наплавке порошком LYF36 и оценка его механических свойств до и после термической обработки.

Экспериментальная наплавка проводилась на специальной установке. Микроструктура оценивалась при помощи оптического микроскопа Olympus GX41, механические свойства - твердомером по Бринеллю ТБ-3000М. Состав порошка, используемого для наплавки, представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав порошка LYF36

Элемент	C	Cr	Ni	Mo	Mn	Fe
Содержание, %	0,12	17,61	4,32	1,85	0,45	Ост.

Наплавленный слой имеет дендритную структуру. Твердость наплавленного материала составляет 370 НВ, металлоосновы – 125 НВ. После термообработки микроструктура наплавки становится более равноосной, что немного повышает уровень твердости наплавленного материала до 410 НВ. Микроструктура наплавленного слоя после термической обработки представлена на рис. 1.



Рис. 1. Результаты металлографического исследования: *а* – граница основной материал – наплавка, $\times 200$, *б* – микроструктура наплавленного материала, $\times 1000$

Таким образом применение LYF36 показывает, что наплавленный слой имеет однородную микроструктуру, хорошую связь с основой и довольно высокую твердость для нержавеющей сталей: 370 НВ до термической обработки и 410 НВ после.

Список используемых источников

1. Шипулин Л.В. Современное состояние технологий лазерного выращивания, наплавки и термоупрочнения (обзор)/Л. В. Шипулин, Д. В. Ардашев, В. Л. Кульгин//СТИН. – 2019. - №11. – С. 12-14. – EDN КОСМДО.
2. Филипов, А.И. Восстановление деталей методом лазерной наплавки/А.И. Филипов //Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее. Сборник научных статей Всероссийской конференции. В 4-х томах, Курск, 17-18 октября 2018 года / ответственный редактор А. А. Горохов. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2018. – С. 210-212. -EDN YNFDBJ.

Чукин М.В. (AuthorID: 475301), **Копцева Н.В.** (AuthorID: 493990),
Ефимова Ю.Ю. (AuthorID: 134003), **Потапов И.М.** (AuthorID: 1234097)

ОЦЕНКА НЕОДНОРОДНОСТИ СВОЙСТВ ХОЛОДНОКАТАНОЙ ЛЕНТЫ ПО ТЕРМОЭДС

Известно, что термоэлектродвижущая сила (ТЭДС) может быть использована для контроля упругой и пластической деформации и физико-механических свойств металлов и сплавов. Цель исследования: выявить зависимость величины ТЭДС и распределения твердости по длине и ширине холоднокатаной ленты для оценки перспектив использования метода ТЭДС при изучении неоднородности механических свойств холоднокатаной (х/к) стальной полосы. Разработана оригинальная методика определения ТЭДС образцов рекристаллизованной х/к ленты из стали марки 08Ю с помощью модуля PocketLaw комплекса Gleeble 3500, отличающаяся от известных тем, что для предотвращения возможного влияния электромагнитных полей на значения ТЭДС при нагреве прямым пропуском электрического тока, применялся нагревательный элемент с осевой прорезью по всей его длине с управляющим нагревом и охлаждением термопарой, прикрепленной по центру нагревательного элемента. Передача тепла от нагревательного элемента к исследуемым образцам происходила по механизмам, моделирующим нагрев в печи.

Установлено, что между значениями ТЭДС и твердостью рекристаллизованной х/к стальной ленты наблюдается слабая и умеренная положительная корреляция, подтверждающая, что с увеличением твердости ленты значения ТЭДС возрастают, при этом верно и обратное положение: чем выше значение ТЭДС, тем следует ожидать более высокие значения твердости (рис. 1). Показано, что неоднородность распределения твердости по ширине ленты не связана с микроструктурной неоднородностью, а определяется тем, насколько полно при рекристаллизационном отжиге исходной х/к ленты произошло снижение дефектности структуры.

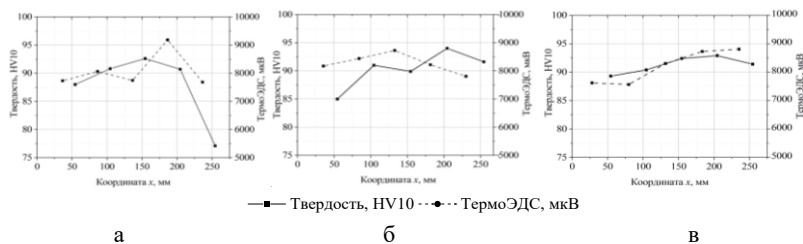


Рис. 1. Распределения значений ТЭДС и значений твердости по ширине ленты для образцов 1–5 (а), 6–10 (б) и 11–15 (в)

Показана перспективность использования метода ТЭДС для контроля деформационной неравномерности и распределения твердости х/к стальной ленты, а также прогнозирования ее поведения при дальнейшей холодной штамповке.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России (проект FZRU-2025-0003).

Петроченко Е.В. (AuthorID: 673879), **Молочкова О.С.** (AuthorID: 672431),
Шеколян И.И. (студент)

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ КОМПОНЕНТОВ ГРУНТОВЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Стойкость центробежных грунтовых насосов при перекачивании абразивных сред (песок, гравий, шлак) является ключевым фактором, определяющим экономическую эффективность. Срок службы компонентов, таких как рабочее колесо и улитка варьируется от нескольких месяцев до нескольких лет, в зависимости от материала и условий эксплуатации. На стойкость центробежных грунтовых насосов влияют такие факторы, как материал компонентов насоса, плотность, температура и значение водородного показателя перекачиваемой гидросмеси, твердость и размеры абразивных твердых частиц, конструкция насоса. К основным видам износа насосов относятся кавитационная эрозия, гидроабразивный и абразивно-коррозионный износ [1].

Использование износостойких сплавов (хромистый и хромоникелевый чугуны, высокомарганцовистая сталь), регламентируемое значение водородного показателя рН гидросмеси значительно повышают стойкость к гидроабразивному и абразивно-коррозионному износу. Высокая плотность пульпы и большие абразивные частицы ускоряют износ. Более высокая скорость рабочего колеса вызывает более интенсивный абразивный износ. Правильно подобранный тип рабочего колеса обеспечивает надежность, а плавная работа без кавитации увеличивает срок службы.

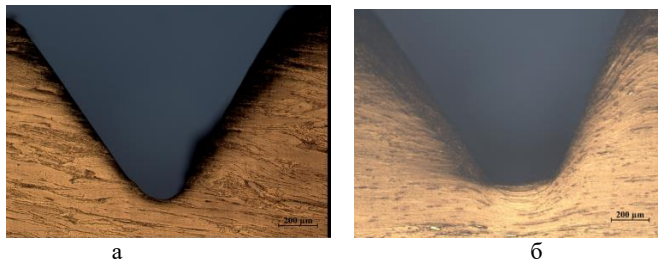
Повышение стойкости центробежных грунтовых насосов требует комплексного подхода, включающего конструктивные, эксплуатационные и технологические решения [2]. Выбор современных износостойких материалов и покрытий могут значительно продлить срок службы насосного оборудования даже при работе в экстремальных условиях эксплуатации. Применение специальных покрытий (керамические, карбид тантала, полимерные и композитные) позволяет значительно повысить стойкость деталей насосов без замены основного материала в 3-20 раз и увеличить срок службы до 5-12 лет.

Список используемых источников

1. Износ и износостойкие материалы: учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.01, 22.04.01 - Материаловедение и технология материалов; 22.03.02 - Металлургия / М. А. Филиппов, А. В. Макаров, О. Ю. Шешуков [и др.]; МНИВО РФ, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий, Нижнетагильский технологический институт (филиал). – Нижний Тагил: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2019. – 372 с. – ISBN 978-5-9544-0098-4. – EDN TGSHTQ.
2. Байбиков, А. С. Перспективы совершенствования центробежных насосов / А. С. Байбиков // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2022. – № 6(747). – С. 45-51. – DOI 10.18698/0536-1044-2022-6-45-51. – EDN KNFNMP.

ФОРМИРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ НА ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ НА ОСНОВЕ МЕДИ

Современные дисперсно-упрочненные композиционные материалы на медной основе, полученные с использованием метода реакционного механического легирования в атриторе и технологий порошковой и гранульной металлургии [1], представляют собой перспективный класс новых материалов с самым широким спектром областей применения. Они сочетают высокую электропроводность меди с исключительной прочностью и жаропрочностью, обеспечиваемой равномерно распределенными в матрице ультрадисперсными нульмерными упрочнителями (оксиды, карбиды, бориды и пр.) нанодисперсного уровня, а также образовавшейся субзеренной структурой. Однако механическая обработка таких материалов, в частности, нарезание резьбы, требует особого подхода для сохранения их уникальных свойств. Это объясняется тем, что во время горячей экструзии полученных в атриторе гранул они вытягиваются в направлении прессования и образуют прочно связанные между собою дискретные волокна, которые при нарезании резьбы на заготовке из такого материала перерезаются (рис.,а), что может привести при нагружении резьбового соединения к «срыву» резьбы по продольным контактам волокон.



Продольное сечение нарезанной (а) и накатанной (б) резьбы

При использовании метода накатки получается резьба (рис.,б), в которой, во-первых, сохранена непрерывность дискретно волоконной структуры материала, а во-вторых, в зонах, прилегающих к поверхности витков, ориентация этой структуры стала таковой, что она принимает действующую на витки сдвигающую нагрузку под углом наклона витков, а не вдоль расположения волокон материала. Это обеспечило многократное (в зависимости от диаметра резьбы – в 2...7 раза) повышение прочности резьбового соединения.

Список используемых источников

1.Vladimirova, Ju.O. Development of heat-and wear-resistant nanocomposite copper powder based material and technique of its obtaining used for plungers of die-casting machines / Ju.O. Vladimirova, E.P. Shalunov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019. - Vol. 525. - P. 012010. - DOI: 10.1088/1757-899X/525/1/012010. - EDN TPNAXR.

Василенко О.Н. (AuthorID: 285669), **Елизарьев А.И.** (аспирант),
Митрофанов А.А. (кан. техн. наук, начальник НИЦ),
Пузырев С.С. (AuthorID: 807039), **Галимьянов И.К.** (AuthorID: 1144302),
Журавлева Е.Р. (AuthorID: 1328647)

НОВЫЙ ПОДХОД К КОНТРОЛЮ ОБЪЁМНОЙ ТВЕРДОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА СТАЛЬНЫХ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ

Надежность шаровых мельниц на горно-обогажительных комбинатах напрямую зависит от износостойкости мелющих тел. Ключевым фактором долговечности является не максимальная твердость поверхности, а гарантированная структурная однородность по всему объему шара. Существенный перепад твердости (градиент) между упрочненным поверхностным слоем и внутренними зонами приводит к неравномерному износу, потере сферичности и, что критично, к хрупкому разрушению шаров под ударными нагрузками. Это вызывает снижение эффективности помола, рост расхода энергии и увеличение эксплуатационных затрат.

Действующий стандарт ГОСТ 7524-2015 предписывает метод контроля, основанный на ограниченном количестве измерений — всего в пяти точках по сечению, включая геометрический центр. Для шаров большого диаметра (100 мм и выше), работающих в наиболее тяжелых условиях, такой подход становится недостаточным. Значительный интервал между точками замера не позволяет выявить локальные структурные неоднородности, а измерение в центральной ликвационной зоне технологически необоснованно, поскольку шар изнашивается и выводится из процесса задолго до вовлечения этой области в измельчение. Таким образом, оценка по ГОСТ может не отражать реального качества рабочих слоев металла.

Предлагается новый методологический подход, заключающийся в переходе от дискретного точечного контроля к построению детального радиального профиля твердости. Для этого количество измерений по сечению увеличивается в несколько раз (например, до 12-15 точек для шара Ø120 мм) при частичном исключении центральной зоны из анализа. Фокус смещается на исследование именно тех слоев, которые непосредственно воспринимают рабочие нагрузки. Для получения интегрального показателя разработана усовершенствованная формула расчета объемной твердости, оперирующая не единичными значениями, а взвешенными средними для каждой контролируемой зоны, что значительно повышает достоверность оценки.

Данная методика обладает высокой практической ценностью. Она служит точным диагностическим инструментом, позволяющим выявлять скрытые дефекты структуры: неоднородность закалки, зоны с резким падением твердости. На основе этих данных возможна адресная оптимизация режимов термообработки для достижения максимальной однородности свойств по сечению. Внедрение метода обеспечивает повышение прогнозируемого ресурса шаров, снижение риска их аварийного разрушения и, как следствие, рост энергоэффективности и общей экономичности процесса измельчения на промышленных предприятиях.

Журавлева Е.Р. (AuthorID: 1328647), **Шевченко О.И.** (AuthorID: 189726),
Митрофанов А.А. (кан. техн. наук, начальник НИЦ),
Пузырев С.С. (AuthorID: 807039), **Галимьянов И.К.** (AuthorID: 11144302)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ ИЗ ВАНАДИЕВОГО ЧУГУНА

В условиях растущих требований к эффективности горно-обогатительного комплекса и производства строительных материалов поиск оптимальных технологических решений становится критически важным. Одним из таких решений является альтернативная замена традиционно используемых стальных мелющих тел литыми чугунами. Речь идет не о простом подборе аналога, а о стратегическом решении, продиктованном тщательным изучением эксплуатационных факторов и экономической целесообразности.

В рамках эксперимента произведена отливка опытной партии мелющих шаров Ø 80 мм из «первичного» ванадиевого чугуна, продукта доменной печи. Плавка чугуна проводилась в индукционной печи ИСТ-0,5. Разливка осуществлялась в песчаные формы. Визуальным осмотром установлено, что поверхность шаров шероховатая с остатками огнеупорного покрытия, имеется один выступ в месте подвода чугуна от литниковой системы.

Микроструктура металла шаров оценивалась на оптическом инвертированном микроскопе Nexcore «NIM 900» с помощью программно-аппаратного комплекса «Тixomet» до и после травления в нитале при увеличении $\times 100 \dots \times 1000$. Твердость измерялась методом Роквелла по шкале «С», фазовый состав оценивался на дифрактометре Bruker D8 Advance при медном $K\alpha$ -излучении. Макроструктура представлена дендритами выраженной столбчатой (вытянутой) формы, ориентированной в направлении теплоотвода. В центре шара наблюдается зона равноосных кристаллов. От поверхности к центру микроструктура однотипная и состоит из первичных дендритов и ледебурита в междендритном пространстве, доля ледебурита в структуре увеличивается к центру шара. Тело и ветви дендритов представлены превращенным аустенитом (перлитом). В целом такая структура характерна для чугунов доэвтектического состава. Исследования фазового состава позволили выявить две основные фазы. Это α -твёрдый матричный раствор и карбиды цементитного типа Fe_3C с ромбической кристаллической решеткой. Периоды решеток отличаются от табличных из-за наличия в составе ванадия и марганца. На поверхности наблюдается слой с измененной структурой, глубиной до 0,2 мм, состоящий из перлита, вторичного цементита и карбидов. Твердость по сечению шара измерялась в двух взаимно перпендикулярных направлениях, проходящих через центр, с шагом 5 мм. Значения твердости металла находятся в интервале 49...52 HRC.

Таким образом, получена экспериментальная партия литых мелющих шаров с твердостью по сечению до 52 HRC и допустимым снижением (до 49 HRC). Структура представлена первичными дендритами и ледебуритом в междендритном пространстве. На поверхности наблюдается слой с измененной структурой, глубиной до 0,2 мм.

Голованов М.А. (аспирант), Ящук С.В. (AutorID: 639907),
Вологжанина Е.В. (студент)

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ВЫДЕРЖКИ НА ОКАЛИНООБРАЗОВАНИЕ И УГАР ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ

В прокатном производстве экономическая эффективность напрямую зависит от качества поверхности заготовок и величины **потерь металла на угар** в результате окисления. Основным управляемым параметром, влияющим на эти показатели, является время выдержки заготовки при температуре нагрева [1].

Целью исследования является изучение условий образования трудноудаляемой окалины при высокотемпературном нагреве под прокатку.

Исследование проведено на высоколегированной конструкционной стали с содержанием Ni 9 %. Нагрев осуществлялся в температурном диапазоне, соответствующем промышленным условиям нагрева под горячую прокатку, и составлял 1100 °С. Время изотермической выдержки варьировалось от 30 до 240 минут. Для количественной оценки окислительных процессов использовались методы сканирующей электронной микроскопии для измерения толщины общего и трудноудаляемых слоев окалины и гравиметрический анализ для определения металлургического угара.

В результате установлены нелинейные зависимости роста потерь металла и толщины окалины от времени выдержки:

1. Металлургический угар возрастает с 4,2 % после 30 минут до 9,8 % после 240 минут, причём наиболее интенсивный рост наблюдается по истечении 120 минут выдержки.
2. Толщина общего слоя окалины увеличивается с 550 мкм до 1280 мкм.
3. Толщина трудноудаляемого, или «липкого», слоя окалины растёт с 170 мкм до 570 мкм, а его доля в общей окалине повышается с 31 % до 45 %.

Результаты исследования показали, что:

- «Липкий» слой окалины, осложняющий её последующее удаление, формируется наиболее интенсивно на начальном этапе нагрева, в первые 60 минут, но продолжает нарастать на всём протяжении выдержки.
- Суммарные потери металла, так называемый угар, резко возрастают при длительных выдержках, продолжительностью более 2 часов.
- Для минимизации производственных затрат за счёт снижения потерь металла и улучшения очистки поверхности оптимизация режима нагрева должна быть направлена на сокращение времени изотермической выдержки, прежде всего при выдержке свыше 120 минут.

Список используемых источников

1. Темлянцев М.В. Окисление и обезуглероживание стали в процессах нагрева под обработку давлением / М.В. Темлянцев, Ю.Е. Михайленко. – М. : Теплотехник, 2006. – 200 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ ОТЛИВОК С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Растущие требования к прочности, надежности и минимальному весу компонентов в авиакосмической отрасли диктуют необходимость 100% контроля качества литых деталей. Традиционные методы (визуальный осмотр, выборочный УЗК-контроль) не обеспечивают необходимой полноты, скорости и объективности, являясь "бутылочным горлышком" и источником рисков. Субъективность человеческого фактора, низкая скорость и невозможность тотального контроля каждой отливки, ведут к финансовым потерям из-за допущенного брака.

Предлагаемое решение: Разработка и внедрение автоматизированной системы неразрушающего контроля на основе синергии технологий компьютерного зрения (CV) и машинного обучения (ML) [1,2].

Методология:

1. Сбор данных: Использование высокоразрешающих промышленных камер и 3D-сканеров для получения детальных изображений геометрии и поверхности каждой отливки.

2. Обучение модели: Создание размеченного датасета с примерами основных дефектов: трещины, усадочные раковины, газовая пористость, незалив и др.

3. Внедрение: Интеграция обученной ML-модели в производственный конвейер. Установка камер на финальном этапе. Создание системы принятия решений ("годен" / "брак") с визуализацией результатов для оператора.

Результаты и преимущества:

Объективность: Исключение субъективной оценки человека.

Скорость: Контроль каждой детали в режиме реального времени без замедления такта производства.

Точность: Глубокая детализация и классификация дефектов, недоступная человеческому глазу.

Аналитика: Накопление структурированных данных о браке для статистического контроля и анализа первопричин.

Прецизионность: Возможность измерения геометрических отклонений с высокой точностью.

Выводы: Внедрение систем контроля на основе CV и ML является не опцией, а необходимостью для конкурентоспособного литейного производства. Данные технологии кардинально повышают стандарты качества, обеспечивая полную прослеживаемость и способствуя переходу от реактивного к предиктивному управлению технологическими процессами.

Список используемых источников

1. Шайхутдинова, И. И. Применение информационных технологий в литейном производстве / И. И. Шайхутдинова, Е. С. Гайнцева // Литейное производство. - 2024. - № 1. - С. 31-36. EDN: CDPLTP

2. Шайхутдинова, И. И. Автоматизированные системы контроля качества в производстве отливок из алюминиевых сплавов / И. И. Шайхутдинова // Литейное производство. - 2025. - № 9. - С. 25-33. - EDN HZSDRB.

Чематрук В.Л. (AuthorID: 83068973), **Шалунов Е.П.** (AuthorID: 557753)

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННОЙ МЕДИ В ЭЛЕКТРОДАХ-ИНСТРУМЕНТАХ ПРИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРОШИВКЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

В связи с постоянным ростом требований к точности электроэрозионной прошивки (ЭЭП) при изготовлении деталей из различных металлов и сплавов и повышению ее производительности, особую актуальность приобретают вопросы, касающиеся не только поиска оптимальных режимов ЭЭП, но и применения в электродах-инструментах (ЭИ) материалов, в наибольшей степени способствующих решению этих вопросов [1]. В этой связи были проведены исследования по выявлению эффективности использования в ЭИ таких новых материалов как дисперсно-упрочненная медь (ДУКМ) системы Cu-Al-C-O ДИСКОМ[®] марок С 0/70, С 0/94, С 0/97 и С 0/98 при ЭЭП быстрорежущей стали Р6М5Ф3, жаропрочной штамповой стали 5ХНМ, нержавеющей стали AISI 304 и твердых сплавов ВК8, ВК20, Т5К10 и Т15К6. Одновременно так же использовались ЭИ из меди М1, графита И-1 и латуни ЛС59. Как и следовало ожидать, не удалось установить какую-нибудь одну марку дисперсно-упрочненной меди, которая при использовании ее в ЭИ обеспечивала бы при обработке всех указанных обрабатываемых материалов как лучшую точность обработки, так и лучшую ее производительность. Тем не менее, определились некоторые принципы и рекомендации, которые позволяют производить подбор той или иной марки ДУКМ для ЭИ при обработке того или иного материала заготовки. Например, было показано, что производительность и точность обработки почти линейно зависят от электропроводности марки ДУКМ, из которой изготовлен электрод-инструмент. ЭИ из дисперсно-упрочненной меди марок С 0/97 и С 0/98, обладающих наибольшей среди ДУКМ электропроводностью (соответственно, 92% и 85% от электропроводности меди), обладают более высокими значениями износостойкости (в 1,2...3,0 раза) и производительности (в 1,2..1,5 раза) при электроэрозионном прошивании пластин из быстрорежущей стали на электроэрозионном станке ЭРП 01 по сравнению с ЭИ из меди марки М1. На основании приведенных исследований можно рекомендовать для проведения ЭЭП стали 5ХНМ электроды-инструменты из графита И-1 и медного ДУКМ С 0/97, что обеспечит повышение производительности и качества обработанных поверхностей детали. Так же найдены режимы обработки и наиболее подходящие марки ДУКМ при ЭЭП указанных твердых сплавов [2].

Список используемых источников

1. Исследование многофакторной зависимости производительности процесса электроэрозионной прошивки микроотверстий /А.Ф. Бойко, А.М. Лойко, С.С. Переверзев, И.Ю. Шинкарев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2016. - № 10. - С. 143–149.
2. Исследование влияния режимов электроэрозионной прошивки нержавеющей стали AISI304 на производительность и износ электродов-инструментов из меди и медных композиционных материалов / В. М. Смирнов, Е. П. Шалунов, В. С. Григорьев, В. Л. Чематрук // Современные инновации в технике и технологиях: Сб. научн. ст. Междунар. научно-техн. конф. – Курск: Университетская книга, 2025. – С. 300-306. – DOI 10.47581/2025.TM-13/SMIRNOV-SHALUNOV-01. – EDN NTSDAA

Секция «Машины, агрегаты и процессы металлургического производства»

УДК 621.771

Тютеряков Н.Ш. (Author ID:546044)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ВАЛКОВОЙ АРМАТУРЫ СОРТОВЫХ СТАНОВ ПАО «ММК» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Выполнен анализ надежности конструкций валковой арматуры сортовых станов 450, 370, 170.

Анализ проводили по критериям надежности для роликов, подшипников роликов, винтовых пар для настройки валковой арматуры, накладок скольжения [1].

В результате анализа установлено, что наименее низкими показателями надежности обладает блочная конструкция кантующей арматуры PTS -15 второй клетки стана 170 [2, 3].

Разработано и внедрено новое кантующее устройство рамной конструкции с использованием кантующих валков, обладающее повышенной стойкостью подшипниковых узлов и кантующих элементов [4].

Изготовлены и опробованы разрезные ролики для 16-й клетки стана 370 из стали 3Х3М3Ф. Промышленные испытания показали, что их стойкость составляет 1200т проката и в 4 раза превышает стойкость разрезных роликов зарубежного производства [5].

Список используемых источников

1. Совершенствование технологии горячей прокатки с целью снижения дефекта «вкатанная окалина». Платов С.И., Дёма Р.Р., Латыпов О.Р., Банщиков В.С., Мустафин В.А., Харченко М.В., Тютеряков Н.Ш. Технология металлов. 2020. № 11. С. 38-45.
2. Методика оценки ресурса роликов валковой арматуры. Оншин Н.В., Тютеряков Н.Ш., Трофимова А.Л. Механическое оборудование металлургических заводов. 2012. № 1 (1). С. 34-39.
3. Повышение качества сортовых заготовок на основе прогнозирования величины предельного износа валковой арматуры. Кандауров Л.Е., Тютеряков Н.Ш. Производство проката. 2008. № 12. С. 6-7.
4. Моделирование условий эксплуатации роликов валковой арматуры сортовых станов. Новицкий Р.В., Остапчук А.М., Оншин Н.В., Тютеряков Н.Ш., Коковихин А.В. Горный журнал. 2012. № S3. С. 64-67.
5. 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.

Анцупов А.В. (мл.) (AuthorID: 492832), Анцупов А.В. (AuthorID: 261470),
Анцупов В.П. (AuthorID: 261471), Барынин Д.В. (AuthorID: 1311590),
Снигур Д. (конструктор), Лучко С.С. (магистрант)

НОВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПРОЕКТНОЙ ОЦЕНКИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ ПО КРИТЕРИЮ КОНТАКТНОЙ УСТАЛОСТИ

Практика эксплуатации главных приводов листовых станов показывает, что одной из основных причин их деградационных отказов является выкрашивание рабочих поверхностей зубьев различных механизмов: шестеренных клетей, редукторов, реечных передач и др. Для описания процессов формирования таких отказов и предсказания ресурса зубчатых зацеплений в заданных условиях нагружения используют известные аналитические модели [1]. В их основу положены базовые зависимости параметрической теории надежности А.С. Проникова и эргодинамической теории повреждаемости и разрушения деформируемых твердых тел В.В. Федорова [2]. Однако, основной проблемой использования известных моделей является тот факт, что основное кинетическое уравнение для определения скорости повреждаемости структуры материала зубьев выполнено в квазистационарном приближении. Это проявляется в том, что при достижении амплитудой контактных напряжений σ_a некоторого критического значения $\sigma_{a(kp)}$ сверху, то есть при ($\sigma_a \leq \sigma_{a(kp)}$) скорость \dot{y}_e повреждаемости становится равной нулю или принимает отрицательное значение.

Поэтому в данной работе предложен новый подход к построению кинетических уравнений повреждаемости атомной структуры материалов зубьев для всего возможного диапазона внешних напряжений σ_a . Он предполагает, что при $\sigma_a \leq \sigma_{a(kp)}$ происходит процесс разупрочнения атомарной структуры - восстановление разрушенных связей по механизму, описанному в [2] и уменьшение сопротивления материала по принципу Ле-Шателье за счет снижения u_{e0} . Учет этого эффекта позволил сформулировать новое обобщенное кинетическое уравнение для оценки средней скорости повреждаемости структуры материала ДТТ во всем возможном диапазоне реальных условий внешнего нагружения. Она отличается от известных не только возможностью проектной оценки долговечности без анализа статистики отказов исследуемых элементов, но и впервые учитывает процессы упрочнения - разупрочнения их материалов при эксплуатации.

Список используемых источников

1. Модель аналитического прогнозирования остаточного ресурса шестеренных клетей по критерию износостойкости зубьев / А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов, В.П. Анцупов, Д.В. Барынин, Д. Снигур, Д.А. Смолкин // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки. 2025. № 24. С. 200-208.
2. Федоров, В. В. Основы эргодинамики и синергетики деформируемых тел : монография / В. В. Федоров ; В. В. Федоров ; под ред. С. В. Федорова ; Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Калининградский гос. технический ун-т". – Калининград : КГТУ, 2012. – 21 с. – ISBN 978-5-94826-327-4. – EDN QJZXLf.

Анцупов А.В. (мл.) (AuthorID: 492832), **Анцупов А.В.** (AuthorID: 261470),
Анцупов В.П. (AuthorID: 261471), **Снигур Д.** (конструктор),
Барынин Д.В. (AuthorID: 1311590), **Очередько М.А.** (магистрант)

МЕТОДИКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕГО ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЗУБЧАТЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ ПО КРИТЕРИЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗУБЬЕВ

Одной из основных причин выхода из строя главных приводов листовых станов горячей и холодной прокатки является предельный износ зубчатых зацеплений шестеренных клетей, редукторов и др. Для описания процессов формирования износовых отказов зубчатых зацеплений в настоящее время используют полуэмпирические модели, основанные на статистических показателях линейной интенсивности изнашивания зубьев. Это требует проведения дополнительных экспериментальных исследований со значительными финансовыми и материальными затратами. Для исключения таких затрат в данной работе предложена новая термофлуктуационная модель постепенных износовых отказов зубчатых зацеплений для оценки их текущего остаточного и среднего ресурса. В ее основу положены основные уравнения энерго-механической концепции трения и усталостного изнашивания стационарных трибосистем [1], а также введение новой характеристики для оценки износостойкости материалов. Научная новизна и отличительная особенность предложенной модели заключаются в следующем:

- во-первых, в возможности аналитического описания текущего остаточного ресурса зубчатых зацеплений шестеренных клетей по величине текущей токовой нагрузки на двигатель и расчетного текущего остаточного износа зубьев, без анализа статистики их износовых отказов;

- во-вторых, в раскрытии физического смысла широко известного понятия “аккумулированной плотности энергии” Г. Фляйшера [2] и вывода аналитической зависимости для её количественной оценки.

Для верификации модели предусмотрена возможность периодической корректировки текущего остаточного ресурса на основе сопоставления расчетных и периодически измеряемых значений текущего износа зубьев. В настоящее время модель интегрирована в систему «Мониторинг – 2018» ПАО «ММК» и используется для осуществления аналитического контроля технического состояния зубчатых зацеплений шестеренных клетей чистовой группы стана 2000 горячей прокатки.

Список используемых источников

1. Модель аналитического прогнозирования остаточного ресурса шестеренных клетей по критерию износостойкости зубьев / Анцупов А. В. (мл.), Снигур Д., Анцупов В. П., Барынин Д.В., Анцупов А. В. // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки: сборник трудов по материалам национальной конференции / под ред. В.М. Колокольцева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2025. – Вып. 24. – С. 200-208.
2. Крагельский, Игорь Викторович. Основы расчетов на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. — Москва : Машиностроение, 1977. — 526 с.

Смолкин Д.А. (AuthorID: 1094745), **Снигур Д.** (конструктор),
Барынин Д.В. (AuthorID: 1311590)

МЕТОДИКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ШАРНИРОВ УШ ПО КРИТЕРИЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ВКЛАДЫШЕЙ СКОЛЬЖЕНИЯ

Как показывает практика, одной из ключевых причин отказа главных приводов листопрокатных станов горячей прокатки является достижение критического уровня износа вкладышей скольжения шарниров универсальных шпинделей (далее УШ). Существующие подходы к прогнозированию долговечности данных узлов и описания процессов формирования их деградационных отказов базируются на определении полумпирических показателей интенсивности изнашивания вкладышей скольжения. Статистическая оценка этих показателей требует проведения дополнительных долговременных и высоко затратных натуральных исследований, что увеличивает стоимость эксплуатации оборудования. Для устранения указанных выше затрат в данной работе предложена новая термофлуктуационная модель постепенных износовых отказов шарниров УШ позволяющая оценивать их текущий остаточный ресурса без анализа статистики отказов. В ее основу положены основополагающие зависимости энерго-механической теории фрикционного взаимодействия и циклического разрушения шероховатых поверхностей в установившемся режиме трения [1], а также новая характеристика износостойкости материалов. Научная новизна и ключевые преимущества предложенной модели заключаются в следующем:

- текущий остаточный ресурс вкладышей скольжения шарниров УШ определяется по величине средней за некоторый отработанный период времени токовой нагрузки на двигатель и значению рассчитанного за этот период их остаточного износа;

- во введении в модель новой зависимости для расчета характеристики износостойкости материала - «аккумулятивной плотности энергии» [2].

Для верификации модели предусматривается коррекция расчета остаточного ресурса по периодически измеряемым значениям износа вкладышей. Разработанная модель интегрирована в систему «Мониторинг – 2018» ПАО «ММК» и используется для осуществления аналитического контроля технического состояния шарниров УШ, входящих в чистовую группу стана 2000 горячей прокатки.

Список используемых источников

1. Модель аналитического прогнозирования остаточного ресурса шестеренных клеток по критерию износостойкости зубьев машин / Анцупов А. В. (мл.), Снигур Д., Анцупов В. П., Барынин Д.В., Анцупов А. В. // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки: сборник трудов по материалам национальной конференции / под ред. В.М. Колокольцева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2025. – Вып. 24. – С. 200-208.
2. Крагельский, Игорь Викторович. Основы расчетов на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. — Москва : Машиностроение, 1977. — 526 с.

Анцупов А.В. (мл.) (AuthorID: 492832), **Анцупов А.В.** (AuthorID: 261470),
Анцупов В.П. (AuthorID: 261471), **Смолкин Д.А.** (AuthorID: 1094745),
Пазуха В.А. (магистрант)

МЕТОДИКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ВКЛАДЫШЕЙ ОПОР УРАВНОВЕШИВАНИЯ ШПИНДЕЛЕЙ ПО КРИТЕРИЮ ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

Как показывает практика, одной из причин ресурсных отказов главных приводов листовых станов горячей прокатки является критический износ вкладышей опор скольжения для уравновешивания вращающихся шпинделей. Все известные модели для прогнозирования долговечности подшипников скольжения и описания процессов формирования их деградиционных отказов построены на определении полуэмпирических показателей интенсивности изнашивания вкладышей скольжения. Процедура статистической оценки этих показателей требует проведения дополнительных долговременных и высоко затратных натурных исследований, что увеличивает стоимость эксплуатации оборудования. Для устранения этих затрат в данной работе построена новая термофлуктуационная модель постепенных износовых отказов вкладышей опор уравновешивания шпинделей для оценки их текущего остаточного ресурса без анализа статистики отказов. В ее основу положены основополагающие зависимости энерго-механической теории трения в установившемся режиме трения [1], а также новая характеристика износостойкости материалов. Отличительные признаки модели заключаются в следующем:

- текущий остаточный ресурс вкладышей опор шпинделей определяется по величине средней за некоторый отработанный период времени токовой нагрузки на двигатель и значению рассчитанного за этот период их остаточного износа;
- во введении в модель новой зависимости для расчета характеристики износостойкости материала - «аккумулированной плотности энергии» [2].

Для верификации модели предусматривается коррекция расчета остаточного ресурса по периодически измеряемым значениям износа вкладышей. В настоящее время предполагается интеграция модели в систему «Мониторинг – 2018» ПАО «ММК» для аналитического контроля технического состояния подшипниковых опор уравновешивания шпинделей чистовой группы стана 2000 горячей прокатки.

Список используемых источников

1. Модель аналитического прогнозирования остаточного ресурса шестеренных клетей по критерию износостойкости зубьев / Анцупов А. В. (мл.), Снигур Д., Анцупов В. П., Барынин Д.В., Анцупов А. В. // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки: сборник трудов по материалам национальной конференции / под ред. В.М. Колокольцева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2025. – Вып. 24. – С. 200-208.
2. Крагельский, И.В. Основы расчетов на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. — Москва: Машиностроение, 1977. — 526 с.

Тютеряков Н.Ш. (Author ID:546044)

АНАЛИЗ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ВАЛКОВОЙ АРМАТУРЫ СТАНА 450, 370, 170 ПАО «ММК» С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ АНАЛОГОВ

Валковая арматура, образуя с прокатными валками единый комплекс технологического инструмента, является неотъемлемой частью основных агрегатов сортовых станов – рабочих клетей [1]. Она включает в себя детали, работающие длительное время и не требующие замены, регулярного восстановления – арматурные брусья, коробки, крепежные элементы и др. В то же время валковая арматура содержит сменные детали, подвергающиеся изнашиванию. Эти детали требуют периодической замены или восстановления.

Исследованиями установлено, что основными изнашиваемыми деталями валковой арматуры станов 450, 370 и 170 являются, линейки валковой арматуры скользящие и ролики валковой арматуры качения. Преобладающий вид изнашивания деталей – абразивное истирание [2,3].

Наиболее изнашиваемыми деталями валковой арматуры являются ролики. Они изготовлены из стали X37CrMoV5.1 (Российский аналог – 4X5MФС). Основной характеристикой износостойкости указанных деталей является их удельный износ. Анализ износостойкости деталей валковой арматуры показывает, что удельный износ деталей арматуры в подавляющем числе случаев значительно ниже гарантированных фирмой «Danieli» [4].

Промышленные испытания роликов из сталей ШХ15 и 30ХГСА, изготовленных МГТУ, показали, что их удельный износ составляет 12–36 тыс.т/мм, что значительно выше, чем у роликов, применяемых в настоящее время на стане 450 [5].

Список используемых источников

1. Повышение качества сортовых заготовок на основе прогнозирования величины предельного износа валковой арматуры. Кандауров Л.Е., Тютеряков Н.Ш. Производство проката. 2008. № 12. С. 6-7.
2. Определение усилий, действующих на кантующие ролики валковой арматуры РТС 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.
3. Совершенствование технологии прокатки с целью снижения дефекта «вкатанная окалина». Платов С.И., Дёма Р.Р., Латыпов О.Р., Банщиков В.С., Мустафин В.А., Харченко М.В., Тютеряков Н.Ш. Технология металлов. 2020. № 11. С. 38-45.
4. Моделирование условий эксплуатации роликов валковой арматуры сортовых станов. Новицкий Р.В., Остапчук А.М., Оншин Н.В., Тютеряков Н.Ш., Коковихин А.В. Горный журнал. 2012. № S3. С. 64-67.
5. Методика оценки ресурса роликов валковой арматуры. Оншин Н.В., Тютеряков Н.Ш., Трофимова А.Л. Механическое оборудование металлургических заводов. 2012. № 1 (1). С. 34-39.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЕОТЕКСТИЛЬНОЙ СЕТКИ ИЗ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ

Традиционное применение сталей с трип-эффектом сконцентрировано в области производства листовой продукции [1-2]. Однако применение подобных сталей в области длинномерных метизов дает новые гибкие возможности по управлению процессами структуро- и свойствообразования в готовом продукте. Вместе с тем, наличие такого нерядового для области длинномерных метизов явления как метастабильный остаточный аустенит позволяет реализовывать принципиально разные стратегии использования уникального подобного микроструктурного ресурса [4]. Сохранение остаточного аустенита в конечном изделии может давать абсолютно новые эксплуатационные свойства, позволяющие, например, за счет мартенситного превращения проволоке и изделиям из нее адаптироваться под внешние воздействия. Частичная трансформация остаточного аустенита в процессе обработки позволит получить сложный градиент механических свойств по поперечному сечению проволоки, снизив риск потенциального трещинообразования на поверхности. Полное преобразование пластичного аустенита в более прочный мартенсит приведет к получению более высоких прочностных показателей проволоки относительно классических аналогов из низко- и среднеуглеродистых марок стали.

Компьютерное моделирование эксплуатации геотекстильной сетки из метастабильных аустенитных сталей наглядно показало высокую перспективность применения данного вида сталей в этой области. Моделирование показало, что уникальные свойства, которые получает проволока при трансформации остаточного аустенита в прочный мартенсит при высоких скоростях деформации, позволяют равномерно перераспределять нагрузку по максимальному объему сетки, улавливающей крупные горные обвалы. При этом равномерное удлинение позволяет не просто максимально плавно снизить скорость обрушающейся горной породы, но и сформировать вокруг нее своего рода упрочненный карман, делающий дальнейший спуск и приземление наиболее прогнозируемым и безопасным. При первичной оценке отмечено, что локальное разрушение проволок сеток относительно рядовой стали также минимизируется, что позитивно для случаев повторных сходов породы в одном месте. Теоретически данные эффекты могут также наиболее явно проявляться в комбинации с конструкционными особенностями отдельных видов сеток (например, при увеличении числа витков, применения канатных элементов в кольчужных сетях и т.д.).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (соглашение № 25-29-20042 от 14.05.2025, <https://rscf.ru/project/25-29-20042/>) и финансовой поддержки Правительства Челябинской области (Соглашение № 30-2025-002767 от 07.07.2025г.).

Список используемых источников

1. Doege E., Kulp S., Sunderkötter Ch. Properties and application of TRIP-steel in sheet metal forming // Steel Research. – 2002ю – No. 73. – Pp. 303-308
2. Мультимасштабное компьютерное моделирование производства и эксплуатации самоадаптирующегося крепежа из стали с трип-эффектом / А. Г. Корчунов, Д. В. Константинов, Е. М. Огнева [и др.] // Черные металлы. – 2025. – № 11. – С. 27-33. – DOI 10.17580/chm.2025.11.05. – EDN YEEGIT.

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ ФИБРЫ ИЗ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ СТАЛЕЙ В БЕТОННЫХ КОМПОЗИТАХ

Широко применяемые стали с трип-эффектом, обеспечивающие преимущественную на фоне остальных конструкционных марок комбинацию прочности и пластичности благодаря особенностям своей метастабильной микроструктуры, наряду с высокой прочностью $\sigma_b=1500-1700$ МПа, имеют высокие показатели пластичности $\delta=35-60\%$ и вязкости разрушения. Отдельные элементы метастабильной микроструктуры могут под воздействием высоких степеней и скоростей деформации осуществлять трансформацию в более прочные составляющие. Благодаря этому данные стали обладают хорошей способностью к деформации и поглощению энергии [1-2].

В сравнении с аналогичной по прочностным свойствам конструкционной сталью, сталь с трип-эффектом в условиях высоких скоростей и степеней деформации, характерных для экстремальных условий техногенных катастроф, за счет динамической трансформации микроструктуры может практически моментально увеличить на 400-500 МПа предел текучести и на 250-300 МПа предел прочности.

Моделирование эксплуатации бетонного композита на основе фибры из метастабильных аустенитных сталей показало, что при ударной нагрузке на армированный фиброй бетонный элемент за счет способности стали с трип-эффектом поглощать энергию становится возможным замедлять и уменьшать разрушение бетонного композита. Полученные результаты наглядно продемонстрировали снижение трещинообразования в одинаковых условиях относительно применения рядовой стали без трип-эффекта. Однако упомянутая специфика структуро- и свойствообразования стали с трип-эффектом однозначно требует учета ограничений, которые могут возникнуть при ее эксплуатации. Отмечено, что так как при малой скорости деформации проволока из стали с трип-эффектом имеет высокие показатели равномерного удлинения, это потенциально может привести в перспективе к снижению прочности бетонного элемента, но с другой стороны – обеспечить более высокую пластичность, например, при изгибающих нагрузках. Поэтому по итогам первичной оценки рациональным видится применение фибры из стали с трип-эффектом либо в комбинации с традиционно используемой (из средне- и высокоуглеродистых марок стали), либо в ограниченных локальных объемах, наиболее подверженных тем или иным видам нагрузок (например, или в местах потенциальных ударных нагрузок, или в участках конструкции, требующей повышенной пластичности).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (соглашение № 25-29-20042 от 14.05.2025, <https://rscf.ru/project/25-29-20042/>) и финансовой поддержки Правительства Челябинской области (Соглашение № 30-2025-002767 от 07.07.2025г.).

Список используемых источников

1. Galan J., Samek L. Advanced high strength steels for automotive industry // Revista de Metalurgia. – 2012. – No. 48. – Pp. 118–131.
2. Kuziak R., Kawalla R., Waengler, S. Advanced high strength steels for automotive industry // Archives of Civil and Mechanical Engineering. – 2008. – No.8. – Pp. 103-117.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Сегодня информационные технологии (в том числе и VR/AR-технологии) включены в процесс проектирования в рамках реализации жизненного цикла продукции. Применение современных средств автоматизированного проектирования (CAD-программы (computer aided design) - Autodesk Inventor, Autodesk AutoCAD, Компас-3Д, SolidWorks) во взаимодействии с VR/AR-технологиями, как отдельных этапов проектирования, позволяет сделать процесс проектирования эффективным, доступным, наглядным, исключить возможные несоответствия в процессе подготовки конструкторской документации [1]. С помощью САПР создаются трехмерные модели деталей и сборочных узлов оборудования, их визуализированные изображения и чертежи для проектной документации, а также анимационные ролики работы узла, конструкции, монтажа или сборки оборудования – все это служит контентом при разработке приложений для нужд промышленного предприятия [2]. Наиболее целесообразно использование VR/AR-решений во взаимодействии с системами автоматизированного проектирования, а не параллельно – так как сейчас принято использовать трехмерное моделирование только лишь как средство визуализации на различных этапах проектирования. Несмотря на все возможности VR/AR - технологий в проектировании и производстве металлургического оборудования, существуют и проблемы реализации VR/AR - проектов в промышленной сфере. Связано это с тем, что по своей направленности такие проекты относят к IT-сфере и специалисты на промышленных предприятиях не видят очевидной пользы от внедрения таких технологий, свою роль играет высокая стоимость внедрения и технические ограничения использования оборудования на производстве. Внедрять данные технологии в нашей стране готовы пока только крупные промышленные предприятия. Тем не менее перспективы внедрения VR/AR-решений в металлургическую отрасль большие – это заметное повышение эффективности проектирования и производства [3], что подчеркивает актуальность использования возможностей информационных технологий при подготовке конструкторской документации в процессе проектирования металлургического оборудования.

Список используемых источников

1. Иммерсивные технологии в промышленном дизайне оборудования / Т. В. Усаята, Л. В. Дерябина, М. В. Андросенко, А. Г. Корчунов // Черные металлы. – 2023. – № 9. – С. 60.
2. Применение VR/AR-технологий при проектировании металлургического оборудования / Т. В. Усаята, Л. В. Дерябина, Л. В. Курзаева, Д. Ю. Усатый // Черные металлы. – 2020. – № 9. – С. 56-61.
3. Технологии виртуальной реальности для российской промышленности [Электронный ресурс] // URL: <https://korusconsulting.ru/press-center/publications/tekhnologii-virtualnoy-realnosti-dlya-rossiyskoy-promyshlennosti/>.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШЛЮЗОВОГО ПИТАТЕЛЯ С УЧЕТОМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ НА ОСНОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ МИКРОСТРУКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛОВ НАИБОЛЕЕ ОТВЕТСТВЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ

Шлюзовые питатели являются дозаторами дискретного типа для выдачи сыпучих материалов из бункерных устройств и повсеместно применяются на металлургических и горнообогатительных предприятиях. Их долговечность обеспечивает бесперебойное функционирование отделений хранения, выдачи и переработки сыпучих материалов. В данной работе представлены результаты проектирования шлюзового питателя в соответствии с техническим заданием, в котором установлены требования к долговечности наиболее ответственных узлов и элементов конструкции, в частности к валу ротора. Разработка конструкции питателя осуществлялась в соответствии с ГОСТ 2.103-2013, а оценка работоспособности и долговечности его элементов выполнялась на стадии проработки технического проекта согласно ГОСТ 2.120-2013. Для оценки работоспособности и долговечности вала питателя применялся подход [1], подразумевающий выполнение процедуры микроструктурного моделирования напряженного состояния материала, на основании результатов которого осуществлялся расчет гамма-процентного ресурса. Методика вероятностной оценки показателей долговечности деталей машин [1] использованная для расчета гамма-процентного ресурса вала питателя, базируется на совместном применении основополагающих зависимостей кинетической концепции прочности твердых тел [2-4] и метода линеаризации случайных аргументов.

Подход, реализованный в данной работе к разработке конструкции шлюзового питателя, может быть использован при проектировании оборудования металлургических и горнообогатительных предприятий.

Список используемых источников

1. Слободянский М.Г. Вероятностная оценка долговечности металлургического оборудования на основе микроструктурного моделирования напряженного состояния материала / М.Г. Слободянский, А.Г. Корчунов // Вестник машиностроения. – 2024. – Т. 103, № 6. – С. 443-451. – DOI 10.36652/0042-4633-2024-103-6-443-451. – EDN EPIGAW.
2. Проектная оценка повреждаемости материалов и долговечности образцов при испытании их на разрывной машине / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов Мл, М.Г. Слободянский [и др.] // Механическое оборудование металлургических заводов. – 2013. – № 2(2). – С. 70-75. – EDN RYFIVJ.
3. Экспериментальная оценка долговечности образцов при стандартных испытаниях на растяжение / А.В. Анцупов, М.Г. Слободянский, А.В. Анцупов [и др.] // Механическое оборудование металлургических заводов. – 2013. – № 2(2). – С. 27-35. – EDN RYFISH.
4. Электронная база данных для организации технического обслуживания и ремонта металлургического оборудования / И. М. Кутлубаев, А. Н. Макаров, И. Г. Усов, О. Р. Халикова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2008. – № 3. – С. 37-41. – EDN KTNEVH.

Конев С.В. (Author ID: 6917728), **Кенарь Е.В.** (Author ID: 691117),
Куликов С.С. (AuthorID:1278508)

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ И МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Целью настоящей работы является сравнительная характеристика поляризационно-оптического (ПО) [1] и конечно-элементного (КЭ) [2] методов визуализации напряжений. Эти методы используются в учебном процессе ряда технических ВУЗа в общетехнических и специальных дисциплинах, как современные методы определения надежности деталей машин и строительных конструкций.

Актуальность работы определяется в необходимости их сравнительного анализа при включении в рабочие программы обучения специалиста. Визуализация ПО метода выполнялась на мобильной поляризационно-оптической установке кафедры Механика МГТУ им. Г.И.Носова. Визуализация метода КЭ осуществлялась в модуле Studio ПК WinMachine российского предприятия НТЦ АПМ [3] Сравнение ПО и КЭ методов проводилось по следующим характеристикам:

1. Объем теоретических знаний для понимания основ метода.
2. Сложность изготовления моделей и область моделирования.
3. Достоверность моделирования граничных условий.
4. Сложность понимания («расшифровки») полученных картин.
5. Точность метода.

Названные характеристики сопоставлялись как в кратком изложении теории, так и с использованием моделей простых тел – диска и цилиндрического образца для определения механических характеристик металла по ГОСТ 25.503-97. Интегральное сопоставление всех характеристик было выполнено на модели пружинного железнодорожного противоугона, применяемого для увеличения сопротивления смещению рельса относительно шпалы.

Результаты работы позволяют рекомендовать ПО метод на начальном этапе моделирования для качественного анализа напряженно-деформированного состояния исследуемого объекта. Метод конечных элементов позволяет получить уточненные картины напряжений и деформаций при условии владения базовыми положениями механики твердого тела.

Список используемых источников

1. Фрохт М. Фотоупругость. Поляризационно-оптический метод исследования напряжений.-М.: Гостехиздат,1948. – 920 с.
2. Даутов Р.З., Карчевский М.М. Введение в теорию метода конечных элементов. Учебное пособие. — Казань: Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова–Ленина, 2004. — 239 с.
3. APM Studio. Руководство пользователя. <https://apm.ru/downloads/188/APM-Studio.pdf?ysclid=mfj8ne2b2k951993365>.

Андросенко М.В. (AuthorID: 552504), **Аксенов Т.А.** (AuthorID: 1329204),
Куликов С.В. (AuthorID:1278508), **Савельева И.А.** (AuthorID: 812757),
Рябенко А.В. (студент)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В СОРТОВОЙ МАШИНЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

В современных металлургических производствах важной задачей является совершенствование технологии непрерывного получения металлических заготовок. Одним из ключевых этапов в этом процессе является зона вторичного охлаждения сортовой машины непрерывного литья заготовок, где происходит интенсивное охлаждение металла водой после его формирования. Эффективность этого этапа напрямую влияет на качество и свойства получаемой заготовки [1].

Для изучения и оптимизации процессов, протекающих в зоне вторичного охлаждения, широко используются методы математического моделирования и компьютерного анализа. С помощью специальных программных средств создаются модели, которые учитывают тепловые потоки, параметры подачи охлаждающей воды, а также физические свойства металла. Такой подход позволяет прогнозировать распределение температуры внутри заготовки, а также выявлять возможные дефекты, связанные с неравномерностью охлаждения, например, внутренние трещины или напряжения [2].

Внедрение математических моделей в практику металлургических предприятий позволяет повысить качество металлических изделий, снизить количество брака и оптимизировать расходы на охлаждающие ресурсы. Это демонстрирует важность применения современных информационных технологий и методов прикладной математики в промышленности и способствует дальнейшему развитию процессов непрерывного литья металла.

Список используемых источников

1. Андросенко, М. В. Статический анализ кронштейна механизма поворота талеразливочного ковша на современном подъемно-поворотном стенде МНЛЗ с использованием конечно-элементного моделирования / М. В. Андросенко, С. С. Куликов, А. В. Рябенко // Современные проблемы и перспективы развития науки, техники и образования: Материалы VI Национальной научно-практической конференции, Магнитогорск, 23 декабря 2025 года. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2026. – С. 9-13. – EDN DDCWGB.
2. Андросенко, М. В. Моделирование напряженно-деформированного состояния сортовой заготовки в по Siemens NX / М. В. Андросенко, А. П. Кошелев // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 21–25 апреля 2025 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2025. – С. 218. – EDN KOEFVE.

Андросенко М.В. (AuthorID: 552504), **Аксенов Т.А.** (AuthorID: 1329204),
Куликов С.В. (AuthorID:1278508), **Савельева И.А.** (AuthorID: 812757),
Рябенко А.В. (студент)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ КРИСТАЛЛИЗАТОРОВ В НЕПРЕРЫВНОМ ЛИТЬЕ ЗАГОТОВОК

Кристаллизатор является одной из важнейших частей машины непрерывного литья заготовок. Именно в этой зоне происходит формирование поверхности затвердевающего металла, а также интенсивный теплообмен между расплавом и охлаждающими стенками кристаллизатора. Надёжность и долговечность работы кристаллизатора напрямую зависят от его стойкости к термическим и механическим нагрузкам.

Одним из современных подходов к увеличению стойкости кристаллизаторов является использование математического моделирования для анализа температурных режимов, распределения напряжений и износа материала стенок. С помощью компьютерных расчетов можно заранее выявить наиболее нагруженные участки оборудования, подобрать оптимальную схему охлаждения и материалы, обладающие повышенной теплопроводностью и износостойкостью. Это позволяет продлить срок службы кристаллизатора, а также снизить частоту внеплановых ремонтов [1].

Применение методов прикладной математики и информатики способствует более глубокому пониманию сложных процессов, происходящих в кристаллизаторе, и помогает находить эффективные инженерные решения для повышения качества и экономичности производства металлических заготовок.

В последние годы особое внимание уделяется применению новых композитных и покрытых материалов для изготовления стенок кристаллизаторов. Такие материалы обладают значительно лучшей устойчивостью к коррозии и термическому растрескиванию, что значительно увеличивает их срок эксплуатации. Дополнительно, использование автоматизированных систем мониторинга состояния кристаллизатора, основанных на датчиках температуры и деформации, позволяет своевременно выявлять признаки износа или появления дефектов. Интеграция этих технологий с математическими моделями дает возможность реализовать предиктивное обслуживание, снизить риск аварийных ситуаций и повысить общую эффективность процесса непрерывного литья заготовок [2].

Список используемых источников

1. Моделирование напряженно-деформированного состояния заготовки в зоне вторичного охлаждения сортовой МНЛЗ ЭСПЦ ОАО "ММК" / М. В. Аксенова, В. И. Кадошников, И. Ю. Мезин, С. Ю. Зайцев // *Обработка сплошных и слонистых материалов.* – 2010. – № 36. – С. 3-7.
2. Алгоритм расчёта и состояния формируемой заготовки на машине непрерывного литья / М. В. Андросенко, Е. В. Кенарь, Н. Ш. Тютяряков [и др.] // *Теория и технология металлургического производства.* – 2022. – № 2(41). – С. 26-31.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОКСОВЫХ ГРОХОТОВ ДОМЕННОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»

В современном металлургическом производстве качество подготовки кокса является одним из критических факторов, определяющих эффективность доменной плавки. Основным оборудованием для отсева коксовой мелочи фракции 0-25 мм служат вибрационные грохоты. В условиях АО «Уральская Сталь» эксплуатируется 12 таких грохотов устаревшей конструкции. Применяемые на них металлические сита из марок сталей Ст3 и 12Х18Н9Т имеют низкую стойкость: 2 и 5 месяцев соответственно. Ежегодные затраты предприятия на замену 924 сит составляют 18,5 млн руб. При этом качество грохочения остается низким, что ухудшает качество отсева мелочи и ведет к перерасходу кокса в доменной плавке.

Цель работы - повышение эффективности подготовки кокса за счет модернизации узлов грохота. В ходе исследования предложены два ключевых решения. Первое - замена материала просеивающих поверхностей грохота на полиуретан. При этом стойкость сит возрастает до 12 месяцев, а годовая потребность в них сокращается до 240 шт. и затраты снижаются до 1,6 млн руб. Второе - изменение геометрии рабочей зоны: введение наклонных боковых просеивающих поверхностей, расположенных к днищу под углом 110-135°. Данная конфигурация сит повышает эффективность рессева и повышает удельную производительность грохота [1, 2].

Дополнительно необходимо выполнить модернизацию привода вибратора с целью повышения надежности грохота и повышения стабильности вибрационного воздействия. Реализация мероприятий позволит сократить эксплуатационные расходы в 11,5 раз, а также стабилизировать гранулометрический состав кокса, что напрямую окажет влияние на газодинамику доменной печи и позволит сократить удельный расход кокса в доменной плавке [3].

Список используемых источников

1. Вайсберг, Л.А. Просеивающие поверхности грохотов. Конструкции, материалы, опыт применения / Под ред. Л.А. Вайсберг / Л.А. Вайсберг, А.Н. Картавый, А.Н. Коровников. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2005. – 252 с.
2. Андреев, С.Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых / С.Е. Андреев, В.А. Перов, В.В. Зверевич – М.: Недра, 1980. – 415 с.
3. Анализ показателей и условий улучшения работы доменного цеха АО «Уральская Сталь» / Д.Р. Ганин, В.Г. Дружков, А.А. Панычев, А.Ю. Фукс // Чёрная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2018. № 10 (1426). С. 67-74.

Подусовская М.О. (студент), Ганин Д.Р. (AuthorID: 822294)

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНВЕЙЕРА УЧАСТКА ПОГРУЗКИ ШЛАМА АГЛОМЕРАЦИОННОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»

На участке погрузки шлама аглоцеха АО «Уральская Сталь» установлен ленточный конвейер, состоящий из рамы, привода, приводного барабана, его укрытия, конвейерной ленты и опор, датчиков, ограждений, винтового натяжного устройства, узла загрузки, других сборочных единиц и деталей. Привод конвейера включает электродвигатель АИР180М8 (мощностью 15 кВт с частотой вращения выходного вала 750 об/мин), редуктор цилиндрический двухступенчатый Ц2У-250-20 с крутящим моментом на выходном валу, равном 5000 Н·м, муфту зубчатую для соединения электродвигателя и редуктора. Общий коэффициент полезного действия (КПД) привода ленточного конвейера до модернизации составил 0,88. При соединении двигателя и редуктора используют дополнительные промежуточные соединения, снижающие КПД привода, увеличивающие затраты денег и времени на его ремонты, снижающие производительность оборудования [1]. Для повышения КПД целесообразно в приводе заменить электродвигатель и редуктор на коническо-цилиндрический мотор-редуктор КА-127-157 (мощностью 15 кВт, частотой вращения выходного вала 37 об/мин, передаточным числом – 38), преимущества которого заключаются в высоких надежности и КПД, компактных размерах, относительно небольшой массе, удобстве монтажа.

Замена привода, состоящего из двигателя и редуктора, на привод с мотор-редуктором позволит упростить его обслуживание и ремонты, сократить внеплановые простои ленточного конвейера участка погрузки шлама агломерационного цеха АО «Уральская Сталь».

Список используемых источников

1. Ганин, Д. Р. Модернизация приводов пластинчатых конвейеров СА-5, СА-6 агломерационного цеха АО «Уральская Сталь» / Д. Р. Ганин, П. В. Гавриш, А. Ю. Фукс // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2019. Том 75. № 12. – С. 1337-1341.

ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ МАТРИЦЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ БОЛТОВ С ФЛАНЦЕМ ПРИ МАЛОЦИКЛОВОМ УСТАЛОСТНОМ РАЗРУШЕНИИ

Изготовление методом холодной объемной штамповки болтов с фланцем классом прочности 8.8, 10.9 из легированных сталей повышенной прочности влияет на повышение требований к долговечности матриц и пуансонов холодновысадочных автоматов. Известно, что в условиях предприятия ОАО «ММК-МЕТИЗ» при штамповке болтов с фланцем классом прочности 10.9 из стали марки 42CrMo4 наблюдался отказ технологического инструмента без выработки назначенного ресурса [1].

При холодной объемной штамповке крепежных изделий одна из самых распространенных причин отказа технологического инструмента является малоцикловое усталостное разрушение. Условную границу малоциклового и многоциклового разрушения принято считать $N=10^5$ циклов нагружения до разрушения. Причиной возникновения малоциклового усталости является концентрация напряжений и деформаций в определенных участках технологического инструмента, вследствие воздействия повторных нагрузок [2, 3].

В процессе холодной объемной штамповки основную нагрузку испытывают на себе матрицы, контактные давления на рабочих поверхностях которых зачастую превышают 2000 МПа [4]. Важной задачей является прогнозирование долговечности матриц для холодной высадки крепежных изделий.

В работе методика прогнозирования долговечности матриц представлена в виде расчетов на продольное и поперечное усталостное разрушение для инструментальных сталей и твердых сплавов.

Список используемых источников

1. Олейник, Д. Г. Исследование напряженно-деформированного состояния технологического инструмента при штамповке высокопрочных болтов с фланцем с целью повышения его долговечности / Д. Г. Олейник, А. Г. Корчунов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2025. Т.1. 391 с
2. Степанский Л.Г. Прогнозирование надежности технологических процессов, инструмента и машин в обработке металлов давлением. – М.: Модерат, 2015. – 288 с.
3. Форрест, П. Д. Усталость металлов: пер. с англ. / П. Форрест; перевод с английского под редакцией С. В. Серенсена. — Москва: Машиностроение, 1968. — 352 с.: ил.; 22 см.
4. Степанкин, И. Н. Стойкость холодновысадочной оснастки и методы ее повышения / И. Н. Степанкин, В. М. Кенько. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – 197 с.

Першин О.В. (AuthorID: 1271473), **Орлов Г.А.** (AuthorID: 679303),
Раскатов Е.Ю. (AuthorID: 418867), **Булганина М.Ю.** (AuthorID: 1046794)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПРОВЕРКИ ОБОРУДОВАНИЯ ТРУБОПРОКАТНЫХ АГРЕГАТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ТОЧНОСТЬ

Трубопрокатный агрегат (ТПА) – это комплекс специальных машин и механизмов для производства бесшовных горячекатаных труб различного назначения. Для выпуска качественной продукции, необходима периодическая проверка оборудования ТПА на способность обеспечивать в течение определенного периода времени параметры, сохраняющие точность геометрических размеров, качество поверхности труб на соответствие нормативной документации. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [1] устанавливает лишь требование к организации (предприятию) по созданию и поддержанию инфраструктуры, необходимой для функционирования ее процессов. В документе РД 24.022.09-87 [2] установлены единый порядок проведения и организации проверки оборудования на технологическую точность. Целью проверок является предупреждение возможного снижения заданной точности, выхода из строя технологического инструмента, исключение брака. Однако, в настоящее время, не существует методики, которая бы позволяла качественно оценить технологическую точность основного оборудования ТПА при его проверке и предсказать возможные отклонения геометрических размеров труб.

Для восполнения этого пробела авторами разработана и предложена методика, позволяющая оценивать технологическую точность оборудования главной линии ТПА квалитметрическими методами, с оценкой показателей качества горячекатаных труб по шкале желательности Харрингтона [3].

Укрупненно, по этапам, структуру проверки основного оборудования ТПА на технологическую точность, можно представить следующим образом:

1. Проверка монтажа, соосности оборудования главной линии ТПА и его технического состояния на соответствие требований паспортных данных;
2. Проверка настроечных параметров оборудования и инструмента на соответствие технологических инструкций и инструкций по эксплуатации;
3. Проверка соответствия качественных показателей прокатываемых труб;
4. Оценка проверки оборудования ТПА квалитметрическими методами на основе качественных показателей по шкале желательности Харрингтона.

Список используемых источников

1. ИСО Р 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2015-11-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2020 – 24с.
2. Богуцкий, В. Б. Эксплуатация, обслуживание и диагностика технологических машин : Учебное пособие / В. Б. Богуцкий, Л. Б. Шрон, Э. Э. Ягьяев. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2019. – 356 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-014425-2. – DOI 10.12737/textbook_5d2d6d50607bc4.13914474. – EDN TXUQUM.
3. Азгальдов, Г. Г. Квалитметрия для всех / Г. Г. Азгальдов, А. В. Костин, В. В. Садовов. – Москва : ИнформЗнание, 2012. – 165 с. – ISBN 978-5-906036-03-2. – EDN SJOONH.

Яковлева Т.Б. (инженер-технолог), **Баскаков Е.С.** (ведущий специалист)

РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ: ВОССТАНОВЛЕНИЕ СЛОЖНЫХ СЕГМЕНТОВ И УНИКАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Традиционное производство сталкивается с вызовами при работе с уникальными, устаревшими или не имеющими документации деталями (например, при ремонте, модернизации, воссоздания снятых с производства изделий, интеграции сторонних компонентов). Это приводит к длительным срокам, высокой стоимости и рискам ошибок при ручном обмере. В условиях санкционных ограничений и дефицита комплектующих реверс-инжиниринг формирует инвестиционную привлекательность и становится стратегическим инструментом импортозамещения. Лазерное 3D-сканирование обеспечивает микронную точность захвата сложной геометрии изделий, недоступную для традиционных обмеров измерения [1].

В условиях ООО «МРК» технология сканирования применима для многих задач, одной из которых является 3D-сканирование зубчатых колес шлаковоза при помощи лазерного сканера Scanform L5. Данный процесс позволит исключить дорогостоящее испытание шлаковоза под нагрузкой и вовремя определить малейшие отклонения (несоответствия), оптимизацию запасов и логистики, что в значительной степени повлияет на репутацию предприятия и приведет к экономической выгоде. Полученная 3D-сканером цифровая модель – основа параметрического контроля износа и создания библиотек двойников. Реверсивный инжиниринг позволяет производить сканирование объектов и создавать цифровые модели с целью их последующего изготовления [2].

Ключевыми выгодами для производства являются: сокращение сроков НИОКР; минимизация человеческого фактора и ошибок; повышение точности и повторяемости; снижение зависимости от поставщиков и оригинальной конструкторской документации; ускорение процессов ремонта, модернизации и локализации зарубежных комплектующих; возможность оптимизации отсканированной детали (упрочнение, облегчение, адаптация) перед изготовлением; увеличение гибкости работы (позволяет реализовать стратегию кастомизации).

Внедрение технологии 3D-сканирования - это не только технологический апгрейд, но и мощный инструмент финансовой и репутационной защиты компании. Что формирует имидж технологически продвинутого и надежного производителя.

Список используемых источников

1. Кугаевский, С. С. Реверс-инжиниринг и быстрое прототипирование в машиностроении: учебно-методическое пособие / С. С. Кугаевский; М-во науки и высшего образования РФ, Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2023. — 98 с. – ISBN 978–5–7996–3697–5.
2. Чернов Р.С. Применение методов реверс-инжиниринга для решения производственных задач в современных реалиях // Мехатроника, автоматика и робототехника, Санкт–Петербург, 2022. – №10. – С. 64–67.

Шиганов И.Р. (магистрант)

ОСВОЕНИЕ НОВОЙ ПРОДУКЦИИ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ РОЛИКА КОНВЕЙЕРНОГО ЭСПЦ, ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ, МОДИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ

Барабан приводной (импортного изготовления) эксплуатируется в горизонтальном конвейере ДСП (дуговая сталеплавильная печь) ПАО «ММК» для подачи материалов в печь. Барабан является одним из основных элементов транспортирующего устройства. В процессе работы оборудования приводной барабан ленточного конвейера принимает на себя большую часть нагрузки, передавая тяговое усилие с привода на ленту, осуществляя ее движение. Барабаны ленточных конвейеров условно относятся к классу полых цилиндрических деталей - тел вращения, рабочие поверхности которых расположены концентрично. При этом характерной конструктивной и технологической особенностью этих барабанов является их тонкостенность при сравнительно больших диаметре и длине. Вышло из строя тянущее гуммировочное покрытие. Такой барабан на ЭСПЦ был в единственном экземпляре. В связи с чем, для предотвращения останова ДСП, поступил запрос на аварийное восстановление. Цель работы: восстановительное импортозамещение для ПАО «ММК», освоение изготовления в ООО «МРК» новой продукции, доработка конструкции с целью нивелирования выявленных проблем. Было предложено изменить конструкцию стаканов; их установки на барабан, предусмотреть установку снаружи; и изменение конструкции оси таким образом, чтобы ее можно было демонтировать из барабана и заменить при необходимости на новую. На основании предложений, в ПКО был разработан новый конструктив «Барабана приводного». Внесенные в узел конструктивные изменения позволяют производить без необходимости полной замены барабана, его полноценный ремонт с заменой покрытия. Исключаются дополнительные сложные операции, связанные со сборкой барабана от оси с установкой торцевых дисков и потом приварки отдельно обечайки, с механической обработкой[1-3].

Список используемых источников

1. Вдовин К.Н., Мысик В.Ф., Точилкин В.В., Чиченев Н.А. Проектирование цехов сталеплавильного производства: учебник. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск.гос.техн.ун-ва им. Г.И. носова, 2016.505 с.
2. Подопригора, Ю. А. Конструкция барабана ленточного конвейера: информ. листок / Ю. А. Подопригора, М. Л. Гулак. – Брянск: ЦНТИ, 1998. – 4 с.
3. Проектирование и оборудование электросталеплавильных цехов: учебное пособие / В.Ф. Мысик, Е.Ю. Лозовая, О.Ю. Шешуков. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013, - 308 с.

Под руководством Подосьяна А.А., канд техн. наук, почетн. машиностр. РФ, начальник ЛСО СКИ ООО «Механоремонтный комплекс», г. Магнитогорск, РФ

Штомпель М.Е. (инженер-технолог первой категории),
Шеметов А.Б. (ведущий инженер-конструктор)

ОСВОЕНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НОВОЙ СТОРОННЕЙ ПРОДУКЦИИ «ВАННЫ ТРАВИЛЬНЫЕ 1200 ДЛЯ ООО «АМИКСТАЛЬМОСТ»

В 2025 году в ООО «МРК», впервые, по заказу 8952995 было полностью под ключ, начиная от проектирования, до разработки технологии изготовления, включая специальную схему защитного гуммирования, было освоено изготовление ванн травильных для ООО «АМИКСТАЛЬМОСТ»:

1. Травильные линии предназначены для обработки поверхности металлических изделий путем их травления, обезжиривания и лужения в кислотной и щелочной среде [1-2].

2. Основной частью травильной линии являются ванны. И проектирование и изготовление ванн, требует определенных специфических высоких компетенций, которыми в России обладают лишь несколько предприятий. И в их числе ООО «МРК»

3. Конструктивная доработка и разработка адаптированного под исполнение в ООО «МРК» конструктива.

4. При поступлении заказа столкнулись с конструктивными несоответствиями, в части исполнения металлоконструкции, замечаниями по исполнению покрытий, наличию пробок, выполнению торцевых отверстий.

5. Все вопросы были компетентно решены со стороны ПКО и СКИ и согласованы с Заказчиком. В МРК был разработан новый проект ванн.

6. Ванна состоит из двух половин, верхней и нижней.

7. Заказ выполнялся впервые. В ходе изготовления, выяснилось, что заказчиком не было предусмотрено наличие сварочных швов в нижней части верхнего фланца, что вызвало их поводку и искажение контура.

Были внесены изменения в ТД

Вопрос решили путем осуществления механической обработки поверхности фланца по покрытию, со стороны установки второй половины.

В качестве покрытия использовали, по согласованию с заказчиком смесь резиновую 5116-27, стойкую к кислотной и щелочной среде

Как итог, Проведя разработку технологий для механической обработки на ЧПУ оборудовании, гуммирования трубного отверстия мы полностью под ключ освоили изготовления данного заказа в условиях ООО «МРК».

Список используемых источников

1. Овчинников В.В. Сварка конструкций из коррозионно-стойких сталей и сплавов: учебное пособие / В.В. Овчинников. – Москва: Инфра-Инженерия, 2023. – С. 212.

2. Фомин А.В. особенности сборки и сварки крупногабаритных емкостных сооружений в условиях ремонтных предприятий / А.В. Фомин // Вестник машиностроения. – 2023. №11. – С. 34 – 38.

Секция «Развитие теории и технологии процессов обработки металлов давлением и глубокая переработка металлов»

УДК 531.44

Пустовойтов Д.О. (AuthorID: 610597), Песин А.М. (AuthorID: 406858)

УТОЧНЕННАЯ МОДЕЛЬ ЛЕВАНОВА ДЛЯ ОПИСАНИЯ КОНТАКТНОГО ТРЕНИЯ ПРИ ЛИСТОВОЙ ПРОКАТКЕ СО СКОРОСТНОЙ АСИММЕТРИЕЙ

Скоростная асимметрия, характеризующаяся соотношением скоростей валков v_1/v_2 , применяется для снижения усилия при листовой прокатке. Соотношение скоростей валков v_1/v_2 может меняться от 1 до ∞ . При этом могут быть выделены две условные области большой и малой асимметрии. Соотношения скоростей v_1/v_2 , при которых приводной рабочий валок, вращающийся с меньшей скоростью v_2 , работает в генераторном режиме ($\cos \varphi < 0$, момент $M_2 < 0$, мощность $N_2 < 0$) соответствуют области большой скоростной асимметрии. Экспериментально установлено, что усилие прокатки в этой области снижается. Соотношения скоростей v_1/v_2 , при которых приводной рабочий валок, вращающийся с меньшей скоростью v_2 , работает в двигательном режиме ($\cos \varphi > 0$, момент $M_2 > 0$, мощность $N_2 > 0$) соответствуют области малой скоростной асимметрии. Однако в этой области усилие прокатки может, напротив, возрастать в сравнении с симметричной листовой прокаткой. Стандартные модели контактного трения [1-3] не позволяют описать этот эффект.

В представленной работе было выполнено экспериментальное исследование влияния соотношения скоростей валков v_1/v_2 в области малой скоростной асимметрии на усилие при прокатке различных материалов (сталь, алюминий, медь, титан), как в горячем, так и в холодном состоянии. Исследования были выполнены с применением уникальной научной установки в лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилияева». Измерение усилия прокатки осуществлялось двумя методами UL200T (DACELL). По результатам экспериментов был зафиксирован рост усилия прокатки. Для описания этого эффекта предложена уточненная модель трения Леванова, учитывающая влияние скорости скольжения v_s частиц деформируемого металла относительно контактной поверхности рабочего валка. Выполнено сравнение результатов эксперимента и конечно-элементного моделирования в программе QForm, в которой модель трения задавалась в виде подпрограммы на языке Lua. Уточненная модель трения Леванова позволила объяснить эффект повышения усилия прокатки в области малой скоростной асимметрии при листовой прокатке.

Исследования выполнены за счет гранта РНФ (соглашение № 23-79-30015, <https://rscf.ru/project/23-79-30015/>)

Список используемых источников

1. Контактное трение в процессах обработки металлов давлением / А. Н. Леванов, В. Л. Колмогоров, С. П. Буркин [и др.]. – Москва : Металлургия, 1976. – 416 с.
2. Леванов, А. Н. Общие закономерности и полезные эффекты контактного трения в процессах обработки металлов давлением / А. Н. Леванов // Заготовительные производства в машиностроении. – 2007. – № 10. – С. 31-35. – EDN HHAZCV.
3. Леванов, А. Н. Особенности контактного трения в процессах обработки металлов давлением / А. Н. Леванов // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2014. – № 10. – С. 13-17. – EDN TEUREP.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТНОЙ АСИММЕТРИИ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛА В ОЧАГЕ ДЕФОРМАЦИИ С УЧЕТОМ УПРУГОГО СПЛЮЩИВАНИЯ РАБОЧИХ ВАЛКОВ

В известных работах [1-3] при конечно-элементном моделировании процессов листовой прокатки со скоростной асимметрией упругая деформация рабочих валков не учитывается, т.е. инструмент рассматривается как абсолютно жесткий. Из-за такого допущения в процессе постановки задачи, задания исходных данных, схематизации сплошной среды, составления уравнений, их численного решения и визуализации результатов расчета возникают погрешности.

В настоящей работе сформулированы граничные условия, а также представлено решение совместной деформационной задачи, учитывающей упругую деформацию рабочих валков во время расчета формоизменения заготовки при листовой прокатке со скоростной асимметрией. Компьютерное моделирование выполнено методом конечных элементов в программе QForm. Исследование проводили в следующих диапазонах варьируемых параметров: начальная толщина заготовки h_0 от 3 мм до 5 мм; единичное относительное обжатие от 40 % до 60 %; соотношение скоростей валков v_1/v_2 от 1 до 2. Контактное трение описывали по закону Леванова с показателем трения $m = 0,95$. Диаметры верхнего и нижнего рабочих валков были одинаковыми и составляли 340 мм. Частота вращения нижнего (быстро) рабочего вала была одинаковой во всех вариантах расчета и составляла $n_1 = 10$ об/мин. Асимметрия создавалась замедлением частоты вращения верхнего рабочего вала. Верификацию результатов моделирования осуществляли по усилию прокатки на основе экспериментальных данных, полученных с применением уникальной научной установки в лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева».

На основе конечно-элементного моделирования процесса листовой прокатки со скоростной асимметрией с учетом упругого сплющивания рабочих валков определены границы очага деформации, а также уточнены закономерности распределения контактных нормальных напряжений и удельных сил трения по длине очага деформации. Выполнен анализ напряженного состояния и упругой деформации рабочих валков.

Исследования выполнены за счет гранта РНФ (соглашение № 25-79-31018, <https://rscf.ru/project/25-79-31018/>)

Список используемых источников

1. Park, J.-J. Finite-element analysis of severe plastic deformation in differential-speed rolling / J.-J. Park // *Computational Materials Science*. – 2015. – Vol. 100. – Pp. 61–66. – doi.org/10.1016/j.commatsci.2014.09.010.
2. Ji, Y. H. Finite element analysis of severe deformation in Mg-3Al-1Zn sheets through differential-speed rolling with a high-speed ratio / Y. H. Ji, J. J. Park, W. J. Kim // *Materials Science and Engineering A*. – 2007. – 454–455. – Pp. 570–574. – DOI 10.1016/j.msea.2006.11.076
3. Pesin, A. Finite element simulation of shear strain in various asymmetric cold rolling processes / A. Pesin, D. Pustovoytov, A. Korchunov [et al.] // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University*. – 2014. – No. 4(48). – P. 32–40. – EDN RBZHVM.

Песин И.А. (AuthorID: 730440), **Сверчков А.И.** (AuthorID: 1167123),
Барышникова А.М. (AuthorID: 1018171), **Бахчев А.Д.** (студент)

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ МАРОК СТАЛИ ПРИ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКЕ

Основным стратегическим приоритетом для современной черной металлургии является наращивание объемов и повышение потребительских свойств высокоэффективных видов продукции, особенно холоднокатаного проката. В данном контексте первостепенное значение приобретает системный поиск и мобилизация внутренних резервов для снижения себестоимости и одновременного улучшения качественных характеристик выпускаемой стали, что составляет ключевую производственную задачу металлургических комбинатов.

Одним из технологически прогрессивных методов обработки металлов давлением, обладающим значительным потенциалом, выступает применение принципа асимметрии при прокатке, в частности, в производстве тонколистового проката [1-3]. Под асимметричной прокаткой понимается создание в очаге деформации условий, при которых наблюдаются неравномерные геометрические, кинематические, силовые или фрикционные параметры относительно условной вертикальной либо горизонтальной оси.

Технологическая цепочка изготовления холоднокатаной ленты из высокоуглеродистых сталей (марок 65Г, 60, 70 и их аналогов) толщиной 0,5–1,5 мм на непрерывных станах традиционно включает несколько повторяющихся операционных циклов «холодная прокатка – промежуточный отжиг». Такая многостадийность обусловлена двумя основными факторами: интенсивным наклепом и, как следствие, значительным снижением пластичности данных марок стали в процессе холодной деформации, а также конструктивными ограничениями прокатного оборудования по энергосиловым нагрузкам. Внедрение режима асимметричной прокатки, основанного на целенаправленном рассогласовании окружных скоростей рабочих валков, представляет собой перспективное решение указанных технологических ограничений. Данный метод способствует существенному снижению усилий прокатки, повышению технологической пластичности металла в ходе деформации и, в конечном итоге, позволяет получать ленту меньшей конечной толщины без применения энергоемких и длительных операций промежуточного отжига.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-30015, <https://rscf.ru/project/23-79-30015/>

Список используемых источников

1. Vincze G., Simões F.J.P., Butuc M.C. Asymmetrical rolling of aluminum alloys and steels: a review // *Metals*. 2020. 10(9):1126. <https://doi.org/10.3390/met10091126>.
2. Pustovoytov D., Pesin A., Tandon P. Asymmetric (hot, warm, cold, cryo) rolling of light alloys: a review // *Metals*. 2021. 11(6):956. <https://doi.org/10.3390/met11060956>.
3. Yu H., Lu C., Tieu A.K., Li H.J., Godbole A., Zhang S.H. Special rolling techniques for improvement of mechanical properties of ultrafine-grained metal sheets: a review // *Advanced Engineering Materials*. 2016. Vol. 18. pp. 754-769. <https://doi.org/10.1002/adem.201500369>.

Работа выполнена под научным руководством проф., д.т.н. Песина А.М. (AuthorID: 406858)

Бирюков М.А. (AuthorID: 1285611), Локогунина Н.М. (AuthorID: 369899)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ГОРЯЧЕКАТАНОГО ПРОКАТА ИЗ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ В РОССИИ

На сегодняшний день производство проката из нержавеющей стали в России занимает лишь малую долю от общего объема выпускаемой металлургической продукции, в то время как более 90 % листового проката из указанной группы марок импортируется из-за рубежа [1]. Основной причиной данной проблемы является высокий уровень физического износа существующего оборудования и невозможность оснащения существующих производств в соответствии с требуемой сложной технологией [2], что в свою очередь сдерживает не только повышение качества продукции, но и способность удовлетворять растущий спрос со стороны потребителей.

В связи с этим, остро стоит вопрос разработки таких способов получения нержавеющей проката, с помощью которых стало бы возможным сократить технологическую цепочку производства путем уменьшения количества операций необходимых по традиционной схеме. Благодаря этому возможно не только снизить себестоимость продукции, но и производить нержавеющей прокат в большем объеме на территории России.

Одним из решений указанной проблемы является использование асимметричной прокатки для повышения эффективности технологий производства горячекатаного проката из нержавеющей сталей. Данный процесс был смоделирован в программном комплексе QForm на примере нержавеющей стали марки 20X13. Проанализировано напряженно-деформированное состояние материала, температурное поле в очаге деформации, определены скорости течения металла на контакте с быстрым и медленным валками и установлены закономерности течения материала в очаге деформации. Результаты будут использованы при проведении эксперимента на УНУ стане 400 асимметричной прокатки лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева».

Исследование выполнено за счет грантов Российского научного фонда № 24-19-20026, <https://rscf.ru/project/24-19-20026/>

Список используемых источников

1. Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2022 г. № 4260-р Об утверждении Стратегии развития металлургической промышленности РФ на период до 2030 г. с. 41-94.
2. Song, Y. & Li, Chang-sheng & Ma, B. & Han, Y. (2017). Microstructure and Mechanical Properties of Fe-18Mn-18Cr-0.5N Austenitic Nonmagnetic Stainless Steel in Asymmetric Hot Rolling. Journal of Materials Engineering and Performance. 26. 1-9.10.1007/s11665-017-2604-z

Работа выполнена под научным руководством проф., д.т.н. Песина А.М. (AuthorID: 406858)

Бирюкова О.Д. (AuthorID: 860916), **Пустовойтов Д.О.** (AuthorID: 610597),
Могильных А.Е. (AuthorID: 701879)

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛИСТОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЕВЫХ И МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Производство слоистых материалов, обладающих свойствами отличными от базовых металлов их образующих, позволяет получать более легкие, коррозионно-стойкие и прочные материалы. Известно, что, например, магниевые сплавы сложно поддаются обработке из-за их способности к быстрому упрочнению и дальнейшему появлению трещин и коррозионному растрескиванию под напряжением [1,2], в связи с чем ограничен перечень способов его обработки. Для решения указанной проблемы возможно производить биметаллические листы на основе алюминиевых и магниевых сплавов, позволяющих с одной стороны продеформировать магний без получения дефектов, с другой стороны – снизить вес алюминиевого полуфабриката, используемого для дальнейшей переработки и производства конструкций в автомобильной отрасли.

Для исследования использовался программный комплекс по конечно-элементному моделированию QForm, позволивший оценить напряженно-деформированное состояние сплавов в широком диапазоне температур. В качестве материалов использовались алюминиевый сплав 6061 и магниевый сплав AZ31. Общая толщина биметаллического листа перед пластической деформацией составляла от 5 до 8 мм в зависимости от вариаций расположения слоев сплавов относительно друг друга. Начальный диапазон температур обработки находился как в области холодной, так и теплой прокатки и изменялся от 20 °С до 300 °С. Режим прокатки осуществлялся при использовании кинематической асимметрии при отношении скоростей рабочих валков $V1/V2 = 1...3$.

Полученные результаты исследования будут использованы для дальнейшего опробования в лабораторных условиях процесса асимметричной прокатки на уникальной научной установке стане асимметричной прокатки 400 лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова».

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-30015, <https://rscf.ru/project/23-79-30015/>

Список используемых источников

1. Ma, T., Wang, X., Dong, X. et al. Hot Tensile Behavior of the Laminated Al/Mg Composites Produced by Roll Bonding. *Trans Indian Inst Met* 78, 241 (2025). DOI: 10.1007/s12666-025-03727-3
2. Li, C., Zhang, D., Liu, H. et al. Effect of Rolling Speed, Friction, and Strain on Microstructure, Grain Structure, and Mechanical Properties of Al/Mg/Al Laminated Composite. *JOM* 77, 2601–2611 (2025). <https://doi.org/10.1007/s11837-024-07125-w>

Работа выполнена под научным руководством проф., д.т.н. Песина А.М. (AuthorID: 406858)

Рашевский К.А. (AuthorID: 1277730), Барышникова А.М. (AuthorID: 1018171), Лукьянов Е.Д. (AuthorID: 1283461)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТАЛЛА ПРИ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКЕ НА СТАНЕ 400

Одним из эффективных способов повышения комплекса механических свойств низколегированных конструкционных сталей является применение контролируемой термомеханической обработки, обеспечивающей формирование дисперсной ферритной структуры и ограничение роста зерна [1]. Для стали марки 09Г2С обработка в двухфазном состоянии способствует измельчению ферритной составляющей и повышению однородности микроструктуры. Пластическая деформация феррита сопровождается увеличением плотности дефектов кристаллического строения, формированием субзеренной структуры и дополнительным измельчением зерна, что положительно влияет на комплекс прочностных и пластических характеристик материала. Особенностью работы является применение тепловизионного контроля температурного состояния металла. Использование инфракрасной термографии позволяет получать распределение температурных полей в реальном времени, контролировать стабильность температурных условий обработки, выявлять локальные зоны перегрева и анализировать тепловые эффекты, связанные с пластической деформацией и трением [2]. Таким образом, применение элементов контролируемой термомеханической обработки в сочетании с тепловизионным контролем температурного состояния способствует формированию благоприятного структурного состояния стали 09Г2С и создаёт предпосылки для повышения эксплуатационных характеристик проката при сохранении технологической эффективности производства.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-30015, <https://rscf.ru/project/23-79-30015/>

Список используемых источников

1. Исследование структуры низкоуглеродистой стали после физического моделирования асимметричного процесса при горячей прокатке / К. С. Горбунов, И. С. Щеренкова, Ю. Н. Орехова, И. П. Мазур // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2023. – Т. 21, № 2. – С. 54-66. – DOI 10.18503/1995-2732-2023-21-2-54-66.
2. Физическое и компьютерное моделирование влияния асимметрии на силу при горячей прокатке стали повышенной прочности / К. С. Горбунов, А. С. Абросимов, К. В. Бахаев, И. П. Мазур // Заготовительные производства в машиностроении. – 2024. – Т. 22, № 6. – С. 271-274. – DOI 10.36652/1684-1107-2024-22-6-271-274.

Работа выполнена под научным руководством проф., д.т.н. Песина А.М. (AuthorID: 406858)

Песин А.М. (AuthorID: 406858), **Лактионов А.А.** (студент),
Бирюкова О.Д. (AuthorID: 860916), **Песин И.А.** (AuthorID: 730440),
Носов Л.В. (AuthorID: 1010580)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ АСИММЕТРИЧНОЙ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Современная металлургия ориентирована на снижение себестоимости стали путем минимизации легирующих элементов. При этом ставится цель достижения высоких значений механических свойств (прочности, пластичности, вязкости) не за счет химического состава, а посредством специальных методов обработки, формирующих заданную микроструктуру. Асимметричная прокатка является одним из таких методов, позволяющим получать ультрамелкозернистую структуру в сталях и других сплавах [1,2].

В работе проанализировано влияние асимметричной прокатки с использованием одного фактора асимметрии (кинематического при $V1/V2 \neq 1$) и двух факторов асимметрии (кинематического и фрикционного) на свойства стали марки 09Г2С после горячей прокатки. Экспериментальные исследования проводились на уникальной промышленно-лабораторной установке — стане 400 асимметричной прокатки лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева». Образцы из качественной стали 09Г2С размерами $5 \times 100 \times 200$ мм подвергались горячей деформации с начальной температуры 900°C . Для регулирования фрикционного коэффициента асимметрии использовалась твердая смазка на одном из рабочих валков. Коэффициент кинематической асимметрии варьировался в пределах 1 – 1,7.

Выявлено, что использование двух факторов асимметрии приводит к снижению временного сопротивления σ_B и относительного удлинения δ в среднем на 4 – 10 % и на 20-30 % соответственно, увеличению условного предела текучести $\sigma_{0,2}$ на 10 – 12 % по сравнению со случаями использования только кинематического фактора. Толщина материала при горячей прокатке при этом уменьшалась на 15 – 20 % при неизменном межвалковом зазоре в 0,9 мм.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-79-31018, <https://rscf.ru/project/25-79-31018/>

Список используемых источников

1. Асимметричная прокатка листов и лент: история и перспективы развития / А. М. Песин, Д. О. Пустовойтов, О. Д. Бирюкова, А. Е. Кожемякина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 81-96. – DOI 10.14529/met200309.
2. Новые промышленно применимые методы деформационного наноструктурирования, основанные на использовании процессов асимметричной прокатки / А. М. Песин, Д. О. Пустовойтов, К. Г. Пивоварова [и др.] // Современные достижения университетских научных школ : Сборник докладов национальной научной школы-конференции, Магнитогорск, 19–20 ноября 2020 года. Том Выпуск 5. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020. – С. 41-45.

Лукьянов Е.Д. (AuthorID: 1283461, студент), Песин А.М. (AuthorID: 406858),
Локотунина Н.М. (AuthorID: 369899)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКЕ В ДВУХ- И МНОГОВАЛКОВЫХ КАЛИБРАХ С КОСОРАСПОЛОЖЕННЫМИ КАЛИБРАМИ

Одним из эффективных методов управления структурой и свойствами металла является асимметричная прокатка, позволяющая повышать механические свойства металла за счет формирования его ультрамелкозернистого состояния, а также сокращать энергозатраты и технологический цикл производства [1-3].

В работе рассмотрено влияние различных вариантов скоростной асимметрии валков на напряженно-деформированное состояние металла и энергосиловые параметры при сортовой прокатке в двух- и многовалковых косорасположенных калибрах. На основе численного моделирования в среде QForm показано, что использование скоростной асимметрии позволит повысить величину эффективной деформации при сортовой прокатке, и следовательно, уменьшить размер зерна деформируемого металла, что приведет к улучшению механических свойств. Проанализирована возможность использования различных вариантов двух- и многовалковых калибров, в том числе и косорасположенных. В работе выполнен расчет энергосиловых параметров для рассматриваемых случаев и проанализированы возможности сокращения технологического цикла.

Исследование выполнено за счет грантов Российского научного фонда № 24-19-20026, <https://rscf.ru/project/24-19-20026/>

Список используемых источников

1. Харитонов, В.А. Скоростная асимметрия при холодной прокатке круглой заготовки в цилиндрических валках / В.А. Харитонов, М.Ю. Усанов, Н.М. Локотунина и др. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, — 2024. — № 4(22). — С. 89-97. — DOI 10.18503/1995-2732-2024-22-4-89-97 – EDN TNTDRY.
2. Песин, А.М. Наноструктурирование металлов и сплавов методами интенсивной пластической деформации / А.М. Песин, А.П. Жилияев, Г.И. Рааб и др. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – 259 с. – EDN ANXFYB.
3. Харитонов, В.А. Применение совмещенного способа «асимметричная прокатка - волочение в монолитной волоке» при производстве проволоки с мелкозернистой структурой / В.А. Харитонов, А.М. Песин, М.Ю. Усанов, Н.М. Локотунина, Е.Д. Мелихов и др. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, — 2025. — № 4(23). — С. 54-60. — DOI <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2025-23-4-54-60> – EDN FGZFW.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ С ПЕРСПЕКТИВОЙ ПРИМЕНЕНИЯ В ТРЕХВАЛКОВОМ КАЛИБРЕ

Применение режимов кинематической асимметрии в процессах пластического деформирования является эффективным способом измельчения микроструктуры и улучшения механико-технологических характеристик металлических материалов. К числу известных эффектов данного метода относятся значительное снижение усилия прокатки и энергопотребления, повышение пластичности материала и однородности его деформации, а также интенсивное измельчение зерна [1]. Целью настоящей работы являлось экспериментальное исследование влияния степени кинематической асимметрии, задаваемой отношением скоростей валков (V_1/V_2), на энергосиловые параметры процесса горячей прокатки высокоуглеродистой стали марки 70. Эксперименты проводились на уникальном промышленно-лабораторном стане 400. Исходные образцы стали 70 диаметром 16 мм и длиной 200 мм подвергались однопроходной прокатке в двух режимах: традиционном симметричном ($V_1/V_2 = 1$) и серии асимметричных режимов с отношением скоростей от 1.25 до 5. В ходе испытаний регистрировались суммарное усилие прокатки, крутящие моменты на каждом из рабочих валков, а также конечная толщина образца. Результаты исследований показали выраженную зависимость энергосиловых параметров от степени асимметрии. При увеличении отношения V_1/V_2 с 1 до 5 зафиксировано снижение усилия прокатки с 725 кН до 156 кН, при этом относительное обжатие возросло с 72% до 86%.

Таким образом, установлено, что асимметричная прокатка является высокоэффективным методом снижения энергосиловых нагрузок на оборудование и одновременного повышения деформационной способности высокоуглеродистой стали 70, позволяя реализовывать высокие обжатия за один проход. Полученные закономерности представляют значительную практическую ценность не только для оптимизации режимов традиционной двухвалковой прокатки, но и для развития технологий с использованием трехвалковых калибров. В таких системах целенаправленное управление скоростями верхней и нижней пары валков позволяет создавать сложные схемы наложения сдвиговых деформаций, что открывает новые возможности для управления микроструктурой и свойствами готового проката при дальнейшей разработке ресурсосберегающих режимов.

Исследование выполнено за счет грантов Российского научного фонда № 24-19-20026, <https://rscf.ru/project/24-19-20026/>

Список используемых источников

1. Песин А.М., Пустовойтов Д.О., Барышников М.П., Бирюкова О.Д., Кожемякина А.Е., Носов Л.В., Грачев Д.В. Возможности стана 400 асимметричной прокатки и роботизированного комплекса KUKA 160. – Магнитогорск : ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», [б. г.]. – 8 с

Барышникова А.М. (AuthorID: 1018171), **Песин И.А.** (AuthorID: 730440),
Носов Л.В. (AuthorID: 1010580), **Могильных А.Е.** (AuthorID: 701879)

АСИММЕТРИЧНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРОЙ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ ПРИ ХОЛОДНОЙ И ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ

Управление формированием структуры низкоуглеродистых сталей в процессе прокатки традиционно осуществляется за счет регулирования степени обжатия, температуры и скорости деформации. Однако использование асимметричной деформации, при которой создается дополнительный момент сдвига и сложное напряженно-деформированное состояние в очаге деформации, открывает новые возможности для целенаправленного воздействия на формирование структуры сталей [1]. Применение асимметричной деформации позволяет целенаправленно изменять структуру сталей как при горячей, так и при холодной прокатке. В лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева» проводятся исследования асимметричной горячей прокатки в низкоуглеродистых сталях 09Г2С и 20. Было установлено, что применение данного режима деформации в определенных температурно-скоростных условиях инициирует механизмы динамической рекристаллизации. В результате формируется однородная ультрамелкозернистая структура с преимущественным размером ферритного зерна, не превышающим 3 мкм. Такое структурное состояние является предпосылкой для значительного повышения комплекса прочностных и вязкостных свойств стали без существенного снижения её пластичности. Параллельные исследования были посвящены влиянию асимметричной деформации в условиях холодной прокатки на структурную эволюцию сталей 08пс, 08Ю и 20. При рассогласовании скоростей вращения рабочих валков равному 5 по толщине деформируемого материала формируется ярко выраженная градиентная микроструктура. Её отличительной особенностью является закономерное изменение размера и морфологии зерен от поверхности к центру образца [2]. В приповерхностных слоях, испытывающих максимальные сдвиговые деформации, формируется ультрамелкозернистая структура с характерным размером элементов (субзерен, фрагментов) менее 1 мкм. Такая градиентная структура материала представляет значительный научный и практический интерес, так как потенциально позволяет сочетать высокую поверхностную прочность и износостойкость с вязкой сердцевиной, способной эффективно поглощать энергию.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-79-31018, <https://rscf.ru/project/25-79-31018/>

Список используемых источников

1. Песин А.М., Пустовойтов Д.О., Барышников М.П., Бирюкова О.Д., Кожемякина А.Е., Носов Л.В., Грачев Д.В. Возможности стана 400 асимметричной прокатки и роботизированного комплекса КУКА 160. – Магнитогорск : ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», [б. г.]. – 8 с
2. Копцева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Песин А.М., Пустовойтов Д.О., Носов Л.В., Барышникова А.М. Формирование ультрамелкозернистой структуры стали 08Ю при асимметричной прокатке с рассогласованием скоростей рабочих валков // Черные металлы. – 2022. – № 5. – С. 55–60.

Носов Л.В. (AuthorID: 1010580), Бахчевев А.Д. (магистрант)

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТНОЙ АСИММЕТРИИ ПРИ ЛИСТОВОЙ ПРОКАТКЕ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Листовая прокатка является широко распространенным процессом производства плоского проката, определяющим конечные механические свойства материала. Скоростная асимметрия, достигаемая за счет использования различной скорости вращения валков, представляет собой эффективный инструмент управления микроструктурой и, как следствие, свойствами стали [1]. Исследование влияния скоростной асимметрии на низкоуглеродистые стали, широко применяемые в автомобилестроении и строительстве, имеет важное практическое значение для совершенствования технологических процессов и получения материалов с заданными характеристиками. Целью данного исследования являлось установление взаимосвязи между степенью скоростной асимметрии при горячей листовой прокатке и механическими свойствами низкоуглеродистых сталей.

Эксперименты по горячей листовой прокатке проводились в лаборатории "Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева" на стане 400 с использованием различных степеней скоростной асимметрии. Микроструктурный анализ образцов, выполненный методами оптической и электронной микроскопии, показал, что увеличение степени скоростной асимметрии приводит к измельчению зерна и формированию мелкозернистой структуры в прокатанном материале. Подтверждение этих изменений было получено посредством СЭМ анализа.

Проведенные испытания на растяжение продемонстрировали существенное увеличение прочностных свойств при сохранении пластичности материала. Полученные результаты свидетельствуют о том, что скоростная асимметрия является эффективным методом улучшения механических свойств низкоуглеродистых сталей при горячей листовой прокатке [2]. Данные, полученные в ходе исследования, могут быть использованы для подбора технологических параметров прокатного производства и получения материалов с улучшенными характеристиками, отвечающими требованиям современных отраслей промышленности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России (проект FZRU-2026-0003)

Список используемых источников

1. Песин А.М., Пустовойтов Д.О., Барышников М.П., Бирюкова О.Д., Кожемякина А.Е., Носов Л.В., Грачев Д.В. Возможности стана 400 асимметричной прокатки и роботизированного комплекса КУКА 160. – Магнитогорск : ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», [б. г.]. – 8 с
2. Песин А.М., Пустовойтов Д.О., Носов Л.В., Песин И.А., Бирюкова О.Д., Барышникова А.М. Исследование возможности улучшения микроструктуры металла при горячей прокатке листов из стали // Прокатное производство. – 2025. – № 5. – С. 14–20.

Работа выполнена под научным руководством проф., д.т.н. Песина А.М. (AuthorID: 406858)

Бирюкова О.Д. (AuthorID: 860916), **Бирюков М.А.** (AuthorID: 1285611),
Карманов Т.А. (школьник), **Жевненко В.В.** (школьник)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДВУХ ФАКТОРОВ АСИММЕТРИИ ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ НА СВОЙСТВА СТАЛИ 09Г2С

Асимметричная прокатка является одним из перспективных способов обработки металлов давлением приближенным к методам интенсивной пластической деформации. С ее помощью возможно значительно измельчать зерно в структуре металлов и сплавов вплоть до ультрамелкозернистого и наноразмерного состояния. Асимметрия при прокатке задается целенаправленно, в связи с чем, существует классификация факторов асимметрии, включающая в себя кинематическую, геометрическую, фрикционную, температурную и т.д. В данной работе рассмотрено совокупное влияние двух факторов, а именно скоростного (при изменении отношения скоростей рабочих валков) и поверхностного (при использовании разного трения на верхнем и нижнем валках). Исследование актуально для промышленных предприятий, не имеющих возможности модернизировать оборудование для использования кинематической асимметрии при высоких значениях отношения скоростей рабочих валков [1,2].

На первом этапе проведено компьютерное моделирование горячей асимметричной прокатки стали марки 09Г2С в программном комплексе QForm. Определены наиболее оптимальные температуры нагрева заготовок перед прокаткой при использовании разных факторов трения на быстром и медленном валках при коэффициенте кинематической асимметрии $K_{ас} = 1 - 1,7$.

На втором этапе проведены исследования на уникальной научной установке стане асимметричной прокатки 400 лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилиева» по полученным результатам моделирования, а также испытания на определение механических свойств полученных образцов. По итогам испытаний на растяжение среднее значение предела прочности σ_B составило 700 МПа, условного предела текучести $\sigma_{0,2} - 600$ МПа, относительного удлинения $\delta - 15\%$.

Исследование выполнено за счет грантов Российского научного фонда № 24-19-20026, <https://rscf.ru/project/24-19-20026/>

Список используемых источников

1. Патент № 2848699 С1 Российская Федерация, МПК В21В 1/22, В21В 37/46. Способ горячей асимметричной прокатки листов : заявл. 19.03.2025 : опубл. 21.10.2025 / А. М. Песин, Д. О. Пустовойтов, Л. В. Носов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова".
2. Исследование возможности улучшения микроструктуры металла при горячей прокатке листов из стали 20 / А. М. Песин, Д. О. Пустовойтов, Л. В. Носов [и др.] // Прокатное производство. Приложение к журналу "Технология металлов". – 2025. – № 21. – С. 14-20. – DOI 10.31044/1684-2499-2025-0-21-14-20.

Работа выполнена под научным руководством проф., д.т.н. Песина А.М. (AuthorID: 406858)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СТЕРЖНЕВЫХ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Одним из востребованных видов железнодорожного крепежа является путевой шуруп, который используется в рельсовом скреплении ЖБР-65 [1]. Увеличение роли железнодорожных перевозок в развитии экономики Российской Федерации, расширение сети железных дорог в Сибири и на Дальнем Востоке являются основными факторами, которые стимулируют увеличение объемов производства данного вида крепежа. Однако, для учета сложных условий эксплуатации железнодорожного крепежа требуется применение принципиально новых подходов к проектированию технологических процессов его производства.

Технологический процесс представляет сложную технологическую систему, состоящую из последовательно осуществляемых операций. Результатом осуществления технологического процесса является определенный вид продукции с необходимым уровнем функциональных свойств. Проектирование технологического процесса должно быть основано на принципах декомпозиции, абстракции и иерархии, что позволяет определять достоинства и недостатки существующих технологий, а также прогнозировать их развитие для производства прогрессивных видов продукции [2, 3].

При этом следует учитывать многовариантность технологических процессов производства одного и того же вида изделия. Однако, любой технологический процесс протекает в определенное время и в определенном месте. Поэтому на первых этапах проектирования технологического процесса производства необходимо построить обобщенную модель технологической системы, которая должна объединить все модели используемых преобразований с учетом существующих особенностей действующего промышленного предприятия, на базе которого будет производиться выпуск данного вида продукции.

Список используемых источников

1. Полякова М.А., Седлецкая О.В. Функциональный подход как основа разработки процесса производства стержневых крепежных изделий // Современные достижения университетских научных школ: сборник докладов национальной научной школы-конференции. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2025. – Вып. 10. – С. 10-14. - EDN: LYTYMA.
2. Михайлов А.Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения. - Донецк: ДонНТУ, 2009. – 346 с. - EDN: NFGYVN.
3. Полякова М.А., Лопатина Е.В., Ширяева Е.Н. Особенности разработки концептуальной модели сквозной технологии производства стального проката // Современные достижения университетских научных школ: сборник докладов национальной научной школы-конференции. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2023. – Вып. 8. – С. 14-18. - EDN: YMDKOC.

Шитов М.В. (AuthorID: 845569), Румянцев М.И. (AuthorID: 423777),
Завалищин А.Н. (Author ID: 323391)

ВОЗМОЖНОСТИ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ РЕДУЦИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПО ШИРИНЕ ЧЕРНОВОЙ ГРУППЫ ШСГП 2000 ПАО «ММК»

При боковом обжатии сляба в черновой группе широкополосного стана горячей прокатки (ШСГП), которое может осуществляться вертикальными валками (эджерями с гладкой бочкой или с калибром) или бойками пресса, очаг деформации является очень высоким. В следствии локализации деформации только вблизи контактных поверхностей, происходит местное увеличение толщины с образованием наплывов на верхней и нижней поверхностях. В результате последующего обжатия наплывов горизонтальными валками возникает дополнительное уширение металла и итоговое уменьшение ширины в черновой группе ШСГП оказывается меньше суммы единичных обжатий по ширине [1]

Известны следующие способы редуцирования сляба по ширине в черной группе ШСГП: обжатие в вертикальных валках как с гладкой бочкой, так и калиброванных; использование редуцирующего пресса; совмещённый способ (сначала вертикальное обжатие осуществляется прессом, а далее раскат прокатывается вертикальными и горизонтальными валками). Выделить среди них какой-либо один, универсальный для всех станом, не представляется возможным. К выбору способа необходимо подходить индивидуально для каждого стана с учетом его размерного и марочного сортамента, а также экономической обстановки.

Например, установка редуцирующего пресса требует значительных капитальных вложений и увеличивает расходы по переделу. Вместе с тем, использование калиброванных вертикальных валков во втором черновом проходе может повысить редуцирующую способность на 42 %, а одновременно во втором и третьем проходах может дать увеличение на 78 %. Эффективное изменение ширины будет увеличено, в зависимости от типоразмера слябов, на 20-60 мм [2].

Однако при этом, вследствие увеличения суммарного обжатия по ширине, можно ожидать увеличение обрезки неровных торцов летучими ножницами перед чистовой группой. Кроме того, для первых трёх черновых проходов потребуются разработать единообразный режим обжатия по толщине для всех типоразмеров слябов и марок стали.

Целесообразность редуцирования сляба по ширине должна оцениваться с позиций эффективности системы МНЛЗ-ШСГП. В комплексе МНЛЗ-ШСГП применение технических решений для уменьшению сортамента отливаемых слябов по ширине может оказаться экономически целесообразно.

Список используемых источников

1. Салганик, В. М. Технология производства листовой стали / В. М. Салганик, М. И. Румянцев. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2007. – 320 с. – ISBN 978-5-89514-938-6. – EDN QBXANV.
2. Соловьёв А.Г., Шитов М.В. Анализ критериев эффективности для оценки редуцирования сляба по ширине // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». 2016 Т. 16, № 3 С. 96–103. DOI: 10.14529/met160314

Румянцев М.И. (Author ID: 423777), Завалищин А.Н. (Author ID: 323391),
Ожгихин Н.Д. (студент)

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА СУММАРНОГО ОБЖАТИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕСТИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ЛУЖЕНИЯ

Для повышения стабильности и предотвращения выхода свойств готовой продукции за границы, установленные нормативными документами, изучены особенности свойствообразования жести в процессе ее производства [1-2]. При этом свойства электролуженой жести рассматривали как результат последовательного преобразования свойств при выполнении соответствующих технологических операций, под влиянием таких параметров, как химический состав, геометрические размеры полосы, обжатие при холодной прокатке. Опыт применения указанного подхода [3] показал, что для повышения точности прогноза свойств необходимость уточнить особенности свойствообразования металла различных толщин [4]. По результатам сравнения ошибок предыдущего прогноза, массив данных был стратифицирован по конечной толщине чёрной жести на три группы и найдены рациональные обжатия с учетом способа отжига и требуемой группы твердости по ГОСТ 13345

Таблица 1 – Рациональные обжатия при холодной прокатке жести, %

Толщина, мм	Непрерывный отжиг				Отжиг в колпаковых печах			
	A1	A2	B	C	A1	A2	B	C
0,16-0,19	90,2	90,6	91,0	90,8	90,4	90,7	91,0	90,9
0,20-0,31	88,3	88,7	89,1	89,3	87,7	87,9	88,5	88,5
0,32-0,36	85,2	84,5	82,9	83,8	84,2	83,4	82,7	83,0

Список используемых источников

1. Некоторые решения по повышению эффективности производства жести в условиях ОАО "ММК" / М. И. Румянцев, А. Н. Завалищин, П. Н. Мулякко [и др.] // Реконструкция промышленных предприятий - прорывные технологии в металлургии и машиностроении: сборник докладов конференции "Инновационные технологии в обеспечении качества, энергоэффективности и экологической безопасности.", Челябинск, 12–15 апреля 2011 года – Челябинск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2011. – С. 80-83. – EDN PQNLEW.

2. Получение жести степени твердости A1 / А. Н. Завалищин, К. Н. Конопенко, М. И. Румянцев [и др.] // Труды восьмого Конгресса прокатчиков, Магнитогорск, 11–15 октября 2010 года. Том 2. – Магнитогорск: Магнитогорский Дом печати, 2010. – С. 191-193. – EDN SСМОZN.

3. Румянцев, М. И. Возможности совершенствования технологии производства жести электролитического лужения на основе учета возмущений химического состава стальной основы / М. И. Румянцев, А. А. Цепкин, П. С. Чернусь // Материалы 62-й научно-технической конференции по итогам научно-исследовательской работы за 2002-2003 гг. : Сборник докладов, Магнитогорск, 14–16 апреля 2003 года. Том 1. – Магнитогорск, 2003. – С. 46-48. – EDN PHZPLT.

4. Румянцев, М. И. Выбор суммарного обжатия при производстве жести электролитического лужения с учетом нестабильности химического состава стальной основы / М. И. Румянцев, А. Н. Завалищин, П. В. Шапкин // Моделирование и развитие процессов ОМД. – 2013. – № 19. – С. 137-146. – EDN RRSBLF.

ВЫБОР ТЕМПЕРАТУР ОКОНЧАНИЯ ПРОКАТКИ И СМОТКИ В ЗАДАЧАХ ИНЖИНИРИНГА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ШИРОКОПОЛОСНОЙ ГОРЯЧЕКАТАНОЙ СТАЛИ

При решении указанной задачи различаем традиционные и усовершенствованные марки стали. Усовершенствованные марки содержат целенаправленные добавки ниобия (до 0,06% Nb) и/или других микролегирующих элементов (до 0,08% Mo; 0,05% Ti; 0,1% V). Известные типы таких сталей: IF, HS IF, HSLA, DP. Традиционные марки стали - низкоуглеродистые (массовая доля углерода $C \leq 0,25\%$) при незначительном содержании микролегирующих элементов. Условно делим их на два типа: CS (Carbon Steel, Mild Steel) и LA (Low Allow Steel) – низколегированная сталь.

Целевое значение температуры окончания прокатки традиционных сталей должно превышать температуру начала фазового превращения на величину Δ_{FT}

$$T_{FT}^{\circ} = KCR_{FT}Ar_3 + \Delta_{FT}, \quad (1)$$

а целевое значение температуры смотки должно быть меньше температуры окончания полиморфного превращения на величину Δ_{CT} .

$$T_{CT}^{\circ} = KCR_{CT}Ar_1 - \Delta_{CT}, \quad (2)$$

где KCR_{FT} и KCR_{CT} – коэффициенты влияния скорости охлаждения.

Для стали IF, HS IF и HSLA целевые значения температуры окончания прокатки и температуры смотки выбираем относительно температуры полного растворения карбонитридов ниобия T_{SCN}

$$T_{FT}^{\circ} = T_{SCN} + \Delta'_{FT}; \quad (3)$$

$$T_{CT}^{\circ} = T_{SCN} + \Delta'_{CT}. \quad (4)$$

Температуру T_{SCN} рассчитываем по формуле [2]

$$T_{SCN} = \frac{1371Mn - 923Si - 8049}{\lg \left[Nb \left(C + \frac{12}{14}N \right) \right] - 0,35Si + 0,91Mn - 3,14} - 273, \quad (5)$$

а отклонения Δ'_{FT} и Δ'_{CT} рассматриваем как функции характеристик свойств проката, его назначения и аргумента $LG_{SCN} = |\lg[Nb(C + 12/14N)]|$. Например, если полоса предназначена для переката в холоднокатаную горячеоцинкованную сталь

$$\Delta'_{FT} = -1159,5 + 516,4 \cdot LG_{SCN} - 45,5 \cdot LG_{SCN}^2 - 0,7 \cdot R_p + 0,0008 \cdot R_p^2 \quad (6)$$

$$\Delta'_{CT} = -913,1 + 207,8 \cdot LG_{SCN} - 0,04 \cdot R_p \cdot LG_{SCN}, \quad (7)$$

где R_p – нормативное значение предела текучести готового холоднокатаного проката, МПа (Н/мм²).

СПОСОБЫ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ

Стальные канаты – важнейший вид металлопродукции метизного передела черной металлургии, широко используемый в различных сферах экономики [1]. Важным фактором, определяющим эксплуатационную долговечность канатов, является их выносливость, которая, прежде всего, определяется напряженным состоянием изделия. Поэтому задача формирования благоприятного напряженного состояния и минимизации остаточных напряжений в канатах и их элементах является приоритетной задачей для предприятий канатного производства.

Напряженное состояние каната начинает формироваться на этапе волочения пивочных проволок, к которому добавляются свивочные напряжения, возникающие при свивке прядей и канатов. Для минимизации напряжений в элементах стальных канатов в линиях пряде- и канатовьюющих машин предусмотрены различные виды технологических операций и инструментов, среди которых критически важными считаются операции по пластической деформации элементов канатов: преформация и пластическое обжатие [1].

Рассматривая другие факторы формирования напряженного состояния стальных канатов, необходимо отметить критическую важность их конструкции (геометрическое строение) и режимов свивки, рациональный расчет и реализация которых способствует формированию благоприятного напряженного состояния со значительным повышением качественных и эксплуатационных характеристик готового изделия. Данный вопрос актуален практически с самого начала развития отечественного канатного производства. В разное время исследователями разработаны графо-аналитические методы расчетов, которые внесли весомый вклад в развитие конструкционного проектирования канатов, в расчеты режимов их свивки и в расчеты напряжений, формирующихся в канатах при их изготовлении и эксплуатации [2]. Однако эти методы характеризуются громоздкостью и наличием большого количества допущений. Поэтому, на сегодняшний день, актуальной задачей остается развитие имеющихся работ с разработкой научно-обоснованной методики оценки и определения зависимости напряженного состояния стальных канатов от их конструкции и режимов свивки на основе применения методов конечно-элементного моделирования.

Список используемых источников

1. Зайнуллин, А.И. Основные тенденции развития технологии и оборудования для силовой обработки подвижных стальных канатов / А.И. Зайнуллин, В.А. Харитонов // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением. 2025. №1(38). С. 9-15.
2. Малиновский В.А. Стальные канаты. Часть I. Некоторые вопросы технологии расчета и проектирования. — Одесса: Астропринт, 2001. — 188 с.

Мелихов Е.Д. (AuthorID: 1278223), Харитонов В.А. (AuthorID: 671598),
Усанов М.Ю. (AuthorID: 525681)

ПРИМЕНЕНИЕ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА УГЛЕРОДИСТОЙ ПРОВОЛОКИ

Углеродистая проволока является основным видом продукции метизного (чистового) передела черной металлургии и используется в различных отраслях. Независимо от области применения проволока должна иметь заданный уровень свойств, а затраты на ее производство должны быть минимизированы. Обеспечить это можно выбором рационального технологического процесса и, прежде всего, используемого способа ОМД.

Скоростная асимметричная прокатка является промышленным способом ИПД (интенсивной пластической деформации), обеспечивающей получение ультрамелкозернистой (УМЗ) структуры в длинномерных изделиях. Полученные положительные результаты по применению данного способа для производства тонколистовой стали [1], обеспечивают возможность получения проволоки с УМЗ структурой по схеме: асимметричная прокатка листа – продольная его резка на узкие полосы – волочение круглой проволоки из полосы в роликовых и монолитных волоках. Однако этот требует реализации новой технологической парадигмы производства проволоки.

Был также исследован способ производства проволоки из заготовки, полученной асимметричным плющением катанки. В дальнейшем плющенная заготовка деформируется в роликовых и монолитных волоках. Промышленное производство проволоки по этой схеме возможно путем разработки современных процессов на основе создания линий прокатки (плющения) и волочения. Наиболее эффективным способом производства проволоки на основе применения асимметричной скоростной прокатки в действующем производстве является создание мини прокатных станов асимметричной прокатки, которые будут включаются в классическую технологию производства проволоки. Для этого необходимо использовать зарубежный и отечественный опыт освоения процесса холодной (теплой) прокатки проволоки в двух и многовалковых калибрах взамен волочения в монолитных волоках [2], результаты экспериментальных исследований и математического моделирования процессов асимметричной холодной и горячей прокатки в двух и многовалковых калибрах. Применение станов асимметричной прокатки позволит получать проволоку высокого качества и снизить затраты на ее передел за счет повышения производительности, упрощения оборудования, исключения технологических операций, расширения размерного ряда катанки в сторону уменьшения диаметров.

Список используемых источников

1. Песин, А.М. Развитие теории и технологии процесса асимметричной тонколистовой прокатки как метода интенсивной пластической деформации : монография / А.М. Песин, Д.О. Пустовойтов, М.К. Сведлик. – Магнитогорск : изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. – 150 с.
2. Харитонов, В.А. Холодная прокатка проволоки: история и направления развития : монография / В.А. Харитонов, И.В. Таранин. - Магнитогорск : изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. – 123 с.

Усанов М.Ю. (AuthorID: 525681), Мелихов Е.Д. (AuthorID: 1278223)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛОЧЕНИЯ В МОНОЛИТНЫХ ВОЛОКАХ В СОВМЕЩЕННЫХ И КОМБИНИРОВАННЫХ СПОСОБАХ ПРОИЗВОДСТВА ПРОВОЛОКИ

Волочение в монолитных волокнах является основной операцией технических процессов изготовления проволоки различного назначения. Способ обеспечен необходимой инфраструктурой, включая простой по конструкции, изготовлению и эксплуатации технологический инструмент, хорошо изучен теоретически. Однако волочение, как способ ОМД, имеет значительные недостатки: способ ввода энергии в очаг деформации через передний конец проволоки растяжением; неблагоприятные напряженное состояние и температурные условия, реактивное трение в очаге деформации.

Перспективным направлением развития технических процессов изготовления проволоки на наш взгляд, является развитие совмещенных и модульных технологий с сохранением имеющейся инфраструктуры и ее постоянным совершенствованием. Это внедрение в производство уже разработанных совмещенных (модульных) процессов: «волочение в монолитных и роликовых волокнах», «прокатка в двух и многовалковых калибрах - волочение», «прессование-волочение», «прокатка со сдвигом – волочение» и т.п.

Нами предлагается совмещенно-модульный процесс «асимметричная скоростная прокатка – волочение в монолитной волоке». Асимметричная прокатка является аналогом процесса асимметричной скоростной листовой прокатки, закономерности которой исследуются в МГТУ им. Г.И. Носова последнее десятилетие. Полученные положительные результаты опубликованы в многочисленных отечественных и зарубежных изданиях. Прокатка может производиться в клетях с двух- и многовалковыми калибрами, обеспечивая за счет регулируемой разности скоростей валков получение ультрамелкозернистой структуры проволоки. В монолитной волоке, установленной на выходе модуля «прокатная клеть – волока» формируется круглая проволока, которая наматывается на тянущий барабан волоочильной машины. Волочение осуществляется с подпором, что позволяет улучшить контактные условия и снизить уровень растягивающих напряжений в проволоке. За счет уменьшения кратности волочения значительно снижаются затраты на производство.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-20026, <https://rscf.ru/project/24-19-20026/>

Работа выполнена под научным руководством проф., канд. техн. наук Харитонова В.А. (AuthorID: 671598)

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СОРТОВОЙ ПРОКАТКИ НА СТАНЕ 170 ПАО «ММК»

Катанка из высокоуглеродистой стали широко применяется в качестве исходного материала при производстве высокопрочной проволоки для изделий ответственного назначения. В условиях эксплуатации современных высокоскоростных проволочных станов особое значение приобретает совершенствование режимов охлаждения проката, обеспечивающих формирование заданных свойств и их равномерность по длине мотка.

В 2019 году на стане 170 ПАО «ММК» была проведена реконструкция линии воздушного охлаждения, направленная на выполнение требований основного потребителя — ОАО «ММК-Метиз». Для решения поставленной (улучшение качества катанки диаметром 5,5–11 мм из высокоуглеродистых сталей) задачи специалистами МГТУ им. Г.И. Носова совместно с работниками сортового цеха и НТЦ ПАО «ММК» был разработан и внедрён цифровой двойник линии Стелмор.

В рамках общей стратегии цифровизации ПАО «ММК» цифровые двойники рассматриваются как ключевой инструмент развития производственных технологий. Созданная модель линии охлаждения позволяет расширить подход к цифровизации, распространив его на все технологические процессы стана 170, что в перспективе обеспечит повышение устойчивости и эффективности производства [1,2].

Список используемых источников

1. Кинзин Д.И., Левандовский С.А., Рожков Г.К., Саранча С.Ю. База данных технологических параметров как основа управления сортопрокатным производством // Калибровочное бюро. 2017. № 9. С. 8-11.
2. Саранча С.Ю., Моллер А.Б. Разработка и внедрение информационных технологий в сортопрокатное производство: оптимизация алгоритмов раскроя // Сталь. 2014. № 11. С. 35-38.

Ильясов И.З. (магистрант), **Левандовский С.А.** (AuthorID: 567699)

ИСПЫТАНИЯ КАТАНКИ, ПРОИЗВЕДЕННОЙ НА СТАНЕ 170 ПАО «ММК» В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ОСНОВЕ КОРРЕКЦИИ РЕЖИМОВ ОХЛАЖДЕНИЯ В ЛИНИИ СТЕЛМОР

В 2019 году на стане 170 ПАО «ММК» была завершена модернизация линии воздушного охлаждения, направленная на обеспечение основного потребителя — ОАО «ММК-Метиз» качественной катанкой диаметром 5,5–11 мм из высокоуглеродистых сталей. Для освоения обновлённой технологии воздушного охлаждения коллективом МГТУ им. Г.И. Носова совместно со специалистами сортового цеха и НТЦ ПАО «ММК» принято решение о создании цифрового двойника линии Стелмор, позволяющего моделировать процессы охлаждения на новом уровне детализации.

Разработанный цифровой двойник используется для анализа и подбора режимов работы дутьевых. Методика испытаний позволяет определять рациональные параметры работы вентиляторов и положения заслонок по секциям, обеспечивая требуемую интенсивность теплоотвода и выравнивание температурного поля. Интеграция данных даёт возможность оценивать необходимость технологических и конструктивных доработок линии охлаждения с целью получения стабильных свойств сорбитизированной катанки.

Для оценки микроструктуры и механических характеристик проката было подготовлено и проанализировано более 100 микрошлифов и свыше 150 образцов. По итогам работ сформированы электронная и физическая базы данных исследованных образцов, что позволило накопить опыт ускоренного подбора рациональных режимов охлаждения.

Анализ результатов прокатки катанки диаметром 5,5 мм из стали 70 и 6,5 мм из стали 75 показал, что применение опытных режимов охлаждения обеспечило увеличение доли перлита на 1–2 балла не менее чем на 5 %, а также повысило равномерность временного сопротивления разрыву по длине мотка, что позволило в большей степени соответствовать требованиям нормативной документации заказчика [1, 2].

Список используемых источников

1. Саранча С.Ю., Левандовский С.А., Моллер А.Б., Кинзин Д.И. Повышение эффективности сортопрокатного стана с помощью современных ит: опыт разработки программного обеспечения для моделирования линии воздушного охлаждения // В сборнике: Металлургия: технологии, инновации, качество. Под общей редакцией Е.В. Протопопова. 2015. С. 116-119.
2. Кинзин Д.И., Левандовский С.А., Рожков Г.К., Саранча С.Ю. База данных технологических параметров как основа управления сортопрокатным производством // Калибровочное бюро. 2017. № 9. С. 8-11.

Мосабаяв Р.В. (студент), **Левандовский С.А.** (AuthorID: 567699)

ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НА СТАНЕ 1-5×300-1650 ПАО «ММК»

Цифровые двойники в настоящее время рассматриваются как один из наиболее перспективных инструментов повышения эффективности промышленных технологий. Они позволяют воспроизводить как сами производственные объекты, так и процессы их эксплуатации в различных условиях, обеспечивая поддержку управленческих и технологических решений на протяжении всего жизненного цикла изготовления продукции.

В ПАО «ММК» ведётся работа по формированию концепции цифрового двойника предприятия, включающей определение приоритетных направлений и разработку программно-технических решений с использованием накопленных цифровых данных о деятельности производственных и обеспечивающих подразделений.

Одним из направлений применения цифровых двойников является оптимизация работы технологического оборудования и производственных процессов. Анализ данных цифровыми моделями позволяет снижать риски незапланированных простоев, прогнозировать сроки технического обслуживания и повышать стабильность качества продукции. При этом особую актуальность цифровизация приобретает для объектов, не оснащённых современными автоматизированными системами управления.

К таким объектам относится технологическая линия стана 1-5×300-1650 ПАО «ММК», представляющая собой уникальный агрегат для производства профилей высокой жёсткости методом валковой формовки. Для данной линии планируется проведение исследований уровня автоматизации и цифровых решений с целью определения приоритетных задач, реализация которых позволит повысить эффективность технологических процессов и качество готовой продукции.

Список используемых источников

1. Елесина В.В., Кулакова А.Е., Локотунина Н.М. Пути повышения качества профилей высокой жесткости, производимых в условиях ОАО "ММК" // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2015. Т. 1. С. 119-123.
2. Солодова Е.М., Шемшурова Н.Г., Локотунина Н.М. Об улучшении эксплуатационных свойств профилей высокой жесткости // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2008. № 4. С. 68-69.

Толстых Д.С. (студент)

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА НА СТАНЕ 170 В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ (ПАО «ММК»)

В условиях реализации стратегии цифровой трансформации ПАО «ММК» осуществляется формирование комплексного подхода к внедрению цифровых технологий в совокупность технологических процессов предприятия. Одним из ключевых решений стало создание рабочей группы по формированию и детальной проработке концепции цифрового двойника предприятия, предназначенного для решения широкого спектра прикладных задач на основе анализа производственных и энергетических данных.

К приоритетным направлениям цифрового развития относятся: формирование цифрового генерального плана предприятия, создание цифровых двойников сортопрокатного производства, аспирационных и пылеулавливающих систем, технологического оборудования, а также развитие систем мониторинга зданий и сооружений, VR-тренажёров и имитационных моделей аварийных ситуаций. Для координации работ в данных направлениях силами ПАО «ММК» и ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» организован единый центр компетенций, задачей которого является выбор и внедрение единой цифровой платформы.

В качестве пилотного объекта для апробации цифровых решений выбран мелкосортно-проволочный стан 170, введённый в эксплуатацию в 2006 году и модернизированный в 2019 году в части воздушного охлаждения. В ходе совместной работы специалистов «МГТУ им. Г.И. Носова» и ПАО «ММК» была разработана математическая модель конвейера воздушного охлаждения, на основе которой создан Off-Line цифровой двойник с классическим и VR-интерфейсами. Полученное решение используется для формирования рекомендаций по настройке технологических режимов с целью обеспечения требуемого качества готовой продукции [1,2].

Список используемых источников

1. Саранча С.Ю., Моллер А.Б., Левандовский С.А., Моллер Т.Ю. Повышение степени автоматизации сортопрокатного производства // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2014. Т. 2. № 3. С. 51-54.
2. Саранча С.Ю., Моллер А.Б. Разработка и внедрение информационных технологий в сортопрокатное производство: оптимизация алгоритмов раскроя // Сталь. 2014. № 11. С. 35-38.

Работа выполнена под научным руководством доц., к.т.н. Левандовского С.А., (AuthorID: 567699)

Конец С.В. (Author ID: 691772), Завалищин А.Н. (Author ID: 323391),
Румянцев М.И. (Author ID: 423777)

ИССЛЕДОВАНИЕ НДС ДЕНДРИТНОГО СЛОЯ СЛЯБА ПРИ ПРОКАТКЕ НА ТОЛСТОЛИСТОВОМ СТАНЕ

Целью работы является изучение распределения напряжений и пластических деформаций по телу сляба в области крупноразмерных дендритов. Основной задачей работы было получение данных о напряжениях на границе перехода бездендритного слоя металла сляба в область дендритов. Актуальность работы подтверждается случаями перевода прокатанного листа в пониженную сортность по результатам дефектоскопии, из-за неоднородности структурно-фазового состава по толщине листа (полосчатости) [1].

Методика работы заключалась в использовании метода конечных элементов (КЭ) с применением модуля Studio программного комплекса «WinMachin» [2].

Использованы данные металлографического анализа шлифа поперечного сечения сляба толщиной 300 мм из стали класса прочности К60. На шлифе имелся бездендритный приповерхностный слой высотой около 30 мм, далее располагался слой дендритов около 95 мм и, затем, бездендритный слой металла в центре шлифа. Контурное нагружение модели выполнено авторами в полном соответствии с реальными условиями первого прохода прокатки на стане 5000. Предел текучести металла дендрита $\sigma_{s \text{ денд}}$ вдоль его основной оси варьировался в пределах (1,01-1,1) $\sigma_{s \text{ К60}}$, в соответствии с известными данными [3]. Это позволило исследовать скачок нормальных напряжений при переходе от металла без дендритов к пластически деформируемому металлу дендрита (рис. 1).

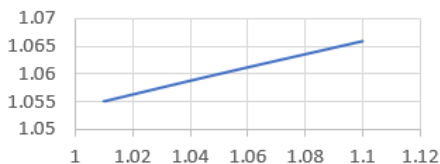


Рис. 1. Зависимость изменения нормальных напряжений на границе слоя дендритов от отношения $\sigma_{s \text{ денд}}/\sigma_{s \text{ К60}}$

Список используемых источников

1. А. Н. Завалищин, О. Н. Тулупов, М. И. Румянцев, Е. В. Кожевникова. Причины образования полосчатости в сталях категории прочности К60 // Черные металлы. № 12 (1068). 2020. – С. 55-60.

2. АПМ Studio. Руководство пользователя. Научно-технический центр АПМ. – Режим доступа <https://apm.ru/downloads/188/APM-Studio.pdf?ysclid=m5oxvongvpr489182685> – свободный (дата обращения: 30.01.2026)

3. В.Р. Бараз, В.П. Левченко, А.А. Повзнер. Строение и физические свойства кристаллов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 164 с.

Ульянов С.А. (AuthorID: 1279535), Харитонов В.А. (AuthorID: 671598),
Иванцов А.Б. (AuthorID: 525680)

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА БЕЗОПРАВОЧНОЙ НАВИВКИ СТАЛЬНЫХ ПРУЖИН ПО СХЕМЕ «СЖАТИЕ + ИЗГИБ»

Управление безоправочной навивкой по схеме «сжатие+изгиб» требует решения задачи нагружения многорычажной статически неопределимой системы в рамках нелинейной механики твердого тела [1]. Задача безоправочной навивки на двух роликах (рис.1) не имеет численного решения не только при движении роликов, но и в статической схеме. Проведено моделирование методом конечных элементов, получено распределение напряжений и локализация деформации.



Рис.1. Двух- и трехмерная модель процесса навивки

По результатам произведенного на ООО «Уральский Пружинный Завод» 2D-моделирования (рис. 1а) очаг деформации расположен в бесконтактной области максимальной интенсивности напряжений перед первым роликом. Фактически можно выделить две совмещенных области деформации, определяемых давлением первого и второго ролика, с общим упором в направляющей. Пластическая деформация локализована в периферийных областях растяжения и сжатия (в большей степени), т.е. на внешней и внутренней поверхности образуемого витка.

Также фактически была воспроизведена операция навивки цифровой копии пружины (рис. 1б). При переходе от двумерного представления навивки к объемной схеме добавляется устройство шагообразования, а к моментам, образуемым роликами, добавляется момент кручения и момент изгиба. При моделировании не удалось установить локализацию момента кручения от шаговой лапки в процессе активного шагообразования второго и далее рабочих витков, что требует, например, решения вопроса выключения из расчета навитого длиномерного участка.

Расчет выявил, что деформация по сложным схемам в виртуальном пространстве имеет для производств значительный потенциал прогнозирования, в частности, процесса навивки С-образных пружин автомобильной подвески.

Список используемых источников

1. Суфиянов Г.Г., Иванцов А.Б., Петров И.М., Шишкова С.Г. Определение характера изменения кривизны витка при холодной безоправочной навивке пружин // Сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции. Под научной редакцией В.А. Скрыбина, А.Е. Зверовщикова. Пенза, 2022. С. 107-111.

РАСШИРЕНИЕ ОПЫТА ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ НА УЧАСТОК ПРОКАТНОГО СТАНА

Прокатное производство является отраслью металлургической промышленности, занимающаяся получением изделий и полупродуктов из стали и сплавов. Данная отрасль имеет непосредственное влияние на экономическое развитие страны, поэтому расширение опыта применения цифровых двойников на прокатные станы является актуальным вопросом. Многие предприятия стремятся оптимизировать и автоматизировать свои производственные и бизнес процессы для достижения ресурсосбережения, поэтому производства прибегают к технологиям, например, таким как цифровые двойники.

Технология цифрового двойника открывает широкий спектр возможностей для производства, поскольку имеет ряд преимуществ и отличительных особенностей от других технологий. Благодаря данной технологии становится возможным регулирование, прогнозирование, анализ и моделирование различных процессов в режиме реального времени [1]. Ввиду того, что технология цифрового двойника базируется на математических моделях, что позволит контролировать и корректировать процесс прокатки на стане для его стабилизации. Работы [2] показали, каким образом возможно применение технологии цифрового двойника непосредственно на хвостовом участке прокатного стана, в частности, на этапе воздушного охлаждения проката.

Технология цифрового двойника потенциально пригодна для использования в целях профессиональной переподготовки и формирования квалифицированных кадров для производства, поскольку создание цифровой копии действующего прокатного стана и участка позволит внедрять интерактивные тренажеры (VR и AR) для подготовки специалистов. Таким образом, на металлургических предприятиях станет легче комплектовать штат сотрудников предварительно подготовленными и адаптированными кадрами.

Наличие необходимых датчиков (Интернет вещей) в системе цифрового двойника становится возможным мониторинг процесса прокатки в режиме реального времени, что позволит выявлять отклонения и уведомлять операторов на постах управления о сбоях. В случае, если система цифрового двойника имеет допуск на вмешательство в процесс, то сможет самостоятельно регулировать необходимые параметры (зазоры валков, натяжение, температура исходной заготовки и тд.). Данный вариант требует тщательного апробирования, поскольку большинство современных станов являются непрерывными, от их остановок напрямую зависит производительность, необходимо добиться максимального подобия цифрового двойника, как геометрического, так и физического.

Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект №26-19-20025).

Список используемых источников

1. Царев М.В., Андреев Ю.С. Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования // Приборостроение. 2021. № 7.
2. Совершенствование линии ускоренного охлаждения катанки с использованием цифровой модели процесса / А. Б. Моллер, О. Н. Тулупов, С. А. Левандовский, Д. Ф. Целиканов // Черные металлы. – 2022. – № 6. – С. 29-34.

Назаров Д.А. (AuthorID: 848845), Моллер А.Б. (AuthorID: 148036)

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УТОЧНЕНИЯ ТЕРМОКИНЕТИЧЕСКИХ ДИАГРАММ РАСПАДА АУСТЕНИТА СТАЛИ МАРОК 70-80

На сегодняшний день поставка качественного исходного материала (горячекатаного круглого проката и катанки) на метизные предприятия РФ и ближнего зарубежья осуществляется по ТУ 14-101-582-2020, однако заложенное в требованиях данного ТУ содержание пластинчатого перлита 1-2 балла оказывается недостаточным для обеспечения стабильных и надежных эксплуатационных характеристик готовой проволоки, а также вынуждает использовать высокочрезвычайно обязательные промежуточные операции волочения и патентирования, что существенно удорожает продукцию, снижая ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках [1-2]. Возникает потребность в разработке инновационного вида проката, позволяющего при его углубленной переработке за счет уникального комплекса свойств исключить промежуточные операции волочения и термообработки, а следовательно, существенно сэкономить энергетические, временные и финансовые ресурсы при производстве проволоки и метизов.

При разработке технологии производства круглого проката из стали марок 70-80 диаметром 5,5-11 мм было выявлено, что в литературе отсутствуют термокинетические диаграммы непосредственно для стали данных марок [3]. В связи с этим, возникла необходимость в проведении исследований и построении диаграмм распада переохлажденного аустенита для стали данных марок.

Большие возможности для определения критических точек открывает использование исследовательского комплекса GLEEBLE 3500. Было установлено, что для построения диаграмм требуется провести серию экспериментов: нагрев образцов в вакууме со скоростью до 50 °С/с до температур 850–950 °С с последующей выдержкой, охлаждение с различными скоростями, определение критических точек dilatометрическим методом.

Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект №26-19-20025).

Список используемых источников

1. Технология термической обработки арматурного и фасонного проката : Теория и металлургическая практика / А. Б. Сычков, Э. В. Парусов, А. Б. Моллер [и др.]. – Beau Bassin : Palmarium Academic Publishing, 2017. – 264 с. – ISBN 978-3-659-72435-0.
2. Садовский В.Д. Превращения при нагреве стали. Структурная наследственность // Металловедение и термическая обработка: Справочник в 3-х т. / Ред. М.Л. Бернштейн, А.Г. Рахштадт. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1995. Т. 3. С. 108–172.
3. Реконструкция линии воздушного охлаждения мелкосортного стана с целью снижения производственных издержек / С. Ю. Саранча, С. А. Левандовский, А. Б. Моллер [и др.] // Сталь. – 2017. – № 5. – С. 38-42.

Пивоварова К.Г. (AuthorID: 493975), Тагирова В.М. (студент)

ОПТИМИЗИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА КОМПЛЕКСА МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХОЛОДНОДЕФОРМИРОВАННОГО ПРОКАТА

Прогнозирование механических свойств (прочности, пластичности, твердости) калиброванного проката необходимо для обеспечения качества ответственных деталей и снижения производственного брака [1]. Классические математические модели не обеспечивают требуемой точности из-за нелинейного характера влияния химического состава и параметров деформации [2]. Целью данной работы является создание и валидация высокоточной, интерпретируемой модели машинного обучения для одновременного прогноза пяти ключевых характеристик (предела прочности, предела текучести, относительного удлинения и сужения, твердости по Бринеллю) калиброванного проката из стали 40X на основе промышленных данных.

В качестве основы использован промышленный набор данных (2624 записи), включающий химический состав, геометрические параметры и степень деформации. После сравнительного анализа пяти алгоритмов машинного обучения наилучшие результаты показал LightGBM (LGBM). Для повышения точности и интерпретируемости проведен отбор ключевых признаков (методами корреляционного анализа и RMIV) и байесовская оптимизация гиперпараметров модели. Интерпретация «черного ящика» выполнена с помощью метода LIME.

Оптимизированная упрощенная LGBM-модель на 11 ключевых признаках продемонстрировала высокую точность прогнозирования: коэффициент корреляции Пирсона (R) достиг 0,989 для относительного удлинения и 0,957 для твердости. Индекс переобучения для всех целевых переменных превысил 0,94, что свидетельствует об отличной обобщающей способности. Применение LIME позволило выявить физически осмысленные зависимости, например, положительное влияние хрома на прочность и отрицательное – на пластичность. Разработанная модель является надежным инструментом для проектирования технологии производства калиброванного проката, позволяя прогнозировать свойства новых партий, оптимизировать химический состав и режимы волочения, минимизируя затраты на эксперименты.

Список используемых источников

1. Зайдес С.А., Фам Ван Ань. Повышение качества калиброванной стали поверхностным деформированием. Часть 1. Определение напряженного состояния цилиндрических деталей при орбитальном поверхностном деформировании // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Т. 63. – № 10. – С. 802-807. – DOI:10.17073/0368-0797-2020-10-802-807.
2. Пачурин Г.В., Филиппов А.А., Кузьмин Н.А. Влияние химического состава и структуры стали на качество проката для изготовления болтов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8. – С. 87-92.

Пивоварова К.Г. (AuthorID: 493975)

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИДКИХ ВОЛОЧИЛЬНЫХ СМАЗОК ДЛЯ КАЛИБРОВАНИЯ ПРОКАТА ПОСЛЕ ДРОБЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ

В условиях отсутствия традиционных подмазочных покрытий при подготовке проката методом дробеструйной обработки, жидкая технологическая смазка становится единственным барьером, предотвращающим износ инструмента и формирующим качество поверхности изделия [1].

Целью работы является анализ трибологических и термоокислительных характеристик современных жидких волочильных смазок, применяемых для калибрования проката в данных условиях.

Эффективность процесса калибрования в решающей степени определяется свойствами смазки, которая должна сохранять работоспособность в условиях экстремальных давлений, высоких скоростей волочения и значительного тепловыделения в очаге деформации [2]. Ключевыми группами свойств являются способность формировать стабильную граничную пленку с низким коэффициентом трения и высокой несущей способностью (трибологические свойства), а также устойчивость к термическому разложению и окислению (термоокислительная стабильность).

Проведённый анализ компонентного состава применяемых на практике смазочных материалов показывает, что наибольшей эффективностью обладают синтетические базовые масла, такие как сложные эфиры, характеризующиеся высокой полярностью и термостабильностью. Необходимым компонентом являются противоизносные (AW) и противозадирные (EP) присадки на основе хлора, серы и фосфора, обеспечивающие формирование реакционных плёнок.

Объективная оценка свойств смазок достигается комплексом методик, включающим трибометрические испытания на четырёхшариковой машине и анализ термической стабильности методами ДСК и ТГ. Результаты, полученные для конкретных смазочных материалов («Политрен ХП-16», «Multidraw AL WM»), демонстрируют их критические температурные пороги и подтверждают пригодность для калибрования. Таким образом, предложенный комплексный подход позволяет прогнозировать поведение смазочных материалов в реальных производственных условиях и обеспечивать высокое качество калиброванного проката после дробеструйной обработки.

Список используемых источников

1. Пивоварова К.Г., Тагирова В.М. Трибологические и термоокислительные характеристики жидких волочильных смазок, применяемых для калибрования проката после дробеструйной обработки // Теория и технология металлургического производства. – 2025. – №4(55). – С. 20-23.

2. Пивоварова К.Г., Корчунов А.Г., Тагирова В.М. Влияние эксплуатационных свойств технологической смазки на качество поверхности калиброванного проката после дробеметной обработки // Черные металлы. – 2024. – № 6(1110). – С. 26-30.

Пивоварова К.Г. (AuthorID: 493975), Шамшурина И.А. (студент)

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ХОЛОДНОКАТАНОГО ГОРЯЧЕОЦИНКОВАННОГО ПРОКАТА С ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЕГО ПРОИЗВОДСТВА

В современных рыночных условиях холоднокатаный горячеоцинкованный прокат с полимерным покрытием сталкивается с необходимостью постоянного технологического совершенствования. Одним из ключевых направлений повышения его конкурентоспособности является интеграция передовых решений на базе инновационных покрытий, таких как ZAM (цинк-алюминий-магний). Внедрение ЦАМ-покрытий в производственный процесс позволяет радикально улучшить коррозионную стойкость и долговечность конечной продукции [1].

Сравнительный анализ показывает, что ZAM-покрытие обладает существенными преимуществами перед традиционными вариантами. В отличие от классического цинкования (Zn), которое обеспечивает базовую катодную защиту, ZAM сочетает цинк с алюминием (1,0-3,7%) и магнием (1,0-3,5%). Такая комбинация обеспечивает не только катодную, но и барьерную защиту за счет пассивирующего слоя алюминия, а также эффект самовосстановления в зонах повреждений благодаря магнию. По коррозионной стойкости ZAM в 2-3 раза превосходит обычное цинкование. В сравнении с цинк-алюминиевыми (ZA) или алюмоцинковыми (AZ) покрытиями, ZAM демонстрирует более высокую устойчивость к распространению коррозии при механических повреждениях, что особенно критично для ответственных конструкций, подверженных эксплуатационным нагрузкам.

Магнитогорским металлургическим комбинатом освоена технология производства металлопроката с ZAM-покрытием, который будет выпускаться под брендом MAGProtect [2]. Важным технологическим преимуществом является возможность использования более тонких слоёв ZAM-покрытия по сравнению с традиционным цинкованием для достижения аналогичных или превосходящих защитных характеристик. Это позволяет снизить расход металла и повысить экономическую эффективность производства.

Таким образом, интеграция ZAM-покрытий в технологический процесс производства холоднокатаного проката с полимерным покрытием представляет собой стратегическое направление повышения конкурентоспособности. Данный подход позволяет сочетать превосходную коррозионную стойкость инновационного металлического покрытия с декоративными и дополнительными защитными свойствами полимерного слоя, создавая продукт нового поколения для строительной, промышленной и инфраструктурной отраслей.

Список используемых источников

1. Парамонов В., Виноградов В., Казанджиян О. Высокоэффективные материалы с новыми видами покрытий // Металлоснабжение и сбыт. – 2015. – № 3. – С. 96-100.
2. Ляховский Д. MAGProtect – уникальная защита для стали // Металлоснабжение и сбыт. – 2025. – № 11. – С. 34.

ДИАГОНАЛЬНАЯ ВОЛНА КАК ОСОБЫЙ ВИД НЕПЛОСКОСТНОСТИ ПРИ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКЕ: МЕХАНИЗМ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ

Актуальность работы обусловлена возникновением специфического дефекта плоскостности – диагональной волны – на непрерывных станах холодной прокатки, оснащенных системами осевой сдвижки валков (CVC) и гидроизгиба рабочих валков (WRB). Как показано в [1, 2], их совместное регулирование является ключевым для управления геометрией полосы, однако условия возникновения специфических дефектов изучены недостаточно.

Целью исследования является установление причинно-следственных связей формирования диагональной волны через анализ динамического взаимодействия систем CVC и WRB.

Методология основана на анализе статической модели зоны совместного регулирования (ромб в координатах S_{CVC} и F_{WRB}) и разборе реального промышленного случая прокатки холоднокатаной полосы из стали 08пс (толщина 1,11 мм, ширина 1275 мм) на 4-клетевом стане 2100 ПАО «Северсталь». Используются данные систем сбора технологических параметров и контроля плоскостности.

В результате установлено, что причиной дефекта является динамическое рассогласование во времени между геометрическим воздействием CVC и инерционным силовым откликом WRB. Резкие корректировки уставок, например, при попытке устранения центрального короба, приводят к асимметричному диагональному распределению давления в очаге деформации. На основе выявленного механизма разработаны и внедрены корректирующие технологические правила: установлен запрет на автономную коррекцию CVC в клетях № 2 и № 3 относительно клетки № 1; активирована функция взаимной компенсации CVC и WRB; расширены силовые лимиты для промежуточных клетей стана 2100. Внедрение данных правил позволило минимизировать возникновение диагональной волны и стабилизировать процесс управления плоскостностью.

Полученные результаты подтверждают необходимость перехода к прогнозируемому расчету начальных уставок CVC и WRB на основе цифровых моделей, реализующих формализованные оптимальные стратегии управления.

Список используемых источников

1. Kharlamov, I.A. Influence of Combined Control of CVC Systems and Hydro-Bending of Rolls on the Accuracy of Geometry of Cold Rolled Strips / I. A. Kharlamov, N. L. Bolobanova // *Steel in Translation*. – 2025. – Vol. 55. – № 8. – P. 793-797. – DOI 10.3103/S0967091225701736. – EDN NHAJZP.
2. Салганик, В.М. Развитие валковых систем CVC на основе математического моделирования для повышения качества холоднокатаного проката и стойкости валков / В.М. Салганик, И.В. Виер, П.П. Полецков, М.И. Румянцев // *Труды V конгресса прокатчиков*. – М.: Черметинформация. – 2004. – С. 146-150. – EDN RJSEUB.

СКОРОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛОСКОЙ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

В промышленных условиях на первый план обычно выносятся стремление обеспечить высокую производительность прокатного оборудования. Особенно это важно, если речь идет о горячей обработке металла – заготовка не должна остыть за время обработки. Для алюминия и его сплавов характерны два метода заготовительного производства. Либо это метод прессования, либо это метод прокатки. По схеме деформации они отличаются кардинально. При постановке задачи повышения производительности всегда предпочтение отдается прокатке, которая может осуществляться с высокими скоростями. Это вариант хорошо себя оправдывает в черной металлургии. Однако в случае необходимости обработки алюминиевых сплавов подключаются вопросы обеспечения нужной структуры и свойств получаемого продукта. Требование обеспечения повышенной прочности изделий приводит к необходимости снижения скоростей обработки с задачей не перегреть металл и не вывести температуру процесса выше температуры рекристаллизации, как это происходит в черной металлургии. Вместе с тем прокатка часто не может быть осуществлена при малой скорости обработки при большой площади раската теплообмен слишком интенсивный и прокат на рольгангах может быть захоложен. При прессовании теплообмен внутри контейнера пресса почти сведен к нулю, процесс практически изотермический, поэтому можно обеспечить пониженную скорость деформации. В результате в промышленности появились прессы с овальным контейнером, чтобы получать плоское изделие, не прибегая к прокатке. При необходимости реализации способа горячей прокатки скоростные условия задаются темпом прокатки с учетом наличия совокупности отдельных проходов. Кроме того, приходится учитывать, что при наличии одинаковой скорости прокатки в проходе, скорость деформации по объему оказывается различной. Практика показала, что при изменении темпа прокатки, включая время пауз, можно получать полуфабрикаты с различными свойствами [1]. Недостаточно изучен пока вопрос экономии энергозатрат при изменении темпа прокатки. На этот счет имеются расчетные данные [2, 3], но нет практических измерений. Эта задача может быть решена обработкой данных мониторинговых систем прокатных станов. В том числе следует предусмотреть суммирование затрат энергии по проходам. Возможно также определить затраты энергии на прессование плоской заготовки с получением плоской заготовки меньших размеров и сравнить полученные результаты.

Список используемых источников

1. Логинов, Ю.Н. Анализ энергозатрат при горячей прокатке листовых полуфабрикатов из алюминия / Ю.Н. Логинов // Производство проката. – 2005. – № 4. – С. 19-24. – EDN KTNHFZ.
2. Логинов, Ю.Н. Исследование скоростного режима прокатки сляба из алюминиевого сплава с использованием МКЭ / Ю.Н. Логинов, М.Ю. Середкина // Технология легких сплавов. – 2015. – № 3. – С. 121-126. – EDN UQEQHV.
3. Логинов, Ю. Н. Влияние темпа горячей слябовой прокатки алюминиевого сплава на нагрузку привода / Ю.Н. Логинов, М.А. Головин // Производство проката. – 2016. – № 10. – С. 8-11. – EDN WWQWMP.

Ширкина Е.С. (AuthorID: 1211999), Болобанова Н.Л. (AuthorID: 814903)

ИССЛЕДОВАНИЕ И НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ РОЛИКОВОЙ ПРАВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОСКОСТНОСТИ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ПОЛОС

Ключевой проблемой, определяющей актуальность работы, является наличие остаточных напряжений в горячекатаном прокате, приводящее к отклонениям от плоскостности. Это ухудшает качество готовой продукции и предъявляет высокие требования к операциям правки, направленным на минимизацию и перераспределение внутренних напряжений в металле.

В качестве основного критерия оценки эффективности процесса правки был использован коэффициент пластической проработки металла по толщине k_{pl} , % [1]. Данный коэффициент количественно характеризует долю сечения полосы, достигшую предела текучести при многократном знакопеременном изгибе в РПМ.

Для анализа была выбрана зона под третьим рабочим роликом, как область с минимальным радиусом кривизны, что соответствует максимальному изгибу. Это обеспечивает максимальную глубину пластической деформации материала по толщине, что является определяющим фактором для оценки качества правки [2].

Для установления зависимости радиуса кривизны ρ от параметров настройки 15-роликовой РПМ использован метод полного факторного эксперимента (ПФЭ 2³). В качестве варьируемых факторов выбраны: толщина полосы h – 2–4 мм; величина перекрытия z – 0–4 мм; величина наклона кассеты Δ – 0–6 мм. Исходные данные для эксперимента были рассчитаны методом геометрического моделирования в системе конструкторского проектирования. По этим данным регрессионным анализом получена математическая модель.

По результатам моделирования и анализа были определены диапазоны настройки 15-роликовой РПМ для полос толщиной 2–4 мм из сталей 3сп и 09Г2С, обеспечивающие k_{pl} более 80% и отклонение от плоскостности менее 5 мм на 1 м длины. Для полос толщиной $h = 2$ мм – рекомендуемое перекрытие роликов в начале машины составляет $z = 1,4$ –1,8 мм с наклоном кассеты $\Delta = 1,6$ –2,0 мм; для полос толщиной $h = 3$ мм z снижается до 1,0–1,7 мм и $\Delta = 1,8$ –2,0 мм; для полос толщиной 4 мм – перекрытие минимально 0,4–1,2 мм при наклоне кассеты в диапазоне 1,6–2,0 мм.

Список используемых источников

1. Котов, К. А. Разработка режимов правки горячекатаных полос в целях получения проката для высокотехнологичной обработки / К. А. Котов, Н. Л. Болобанова, Д. В. Нуштаев // Черные металлы. – 2021. – № 2. – С. 16-21. – DOI 10.17580/chm.2021.02.03. – EDN NSGKQG.
2. Болобанова, Н. Л. Исследование коэффициента пластификации при правке горячекатаных стальных полос на роликовых правильных машинах / Н. Л. Болобанова, К. А. Котов, Д. В. Нуштаев // Сталь. – 2020. – № 3. – С. 32-36. – EDN QHGLZX.

Ковшикова А.А. (магистрант), Болобанова Н.Л. (AuthorID: 814903)

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ОКАЛИНООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА ИЗ СТАЛИ 10ХСНД

Работа направлена на решение технологической проблемы, ведущей к значительным производственным потерям при изготовлении листового проката из стали 10ХСНД толщиной 16-40 мм. Целью является разработка технологии, основанной на управлении процессом окалинообразования для улучшения качества поверхности и снижения доли брака.

Окалина формируется в виде многослойной оксидной пленки (FeO , Fe_3O_4 , Fe_2O_3) при нагреве выше 570°C . Ее адгезия и удаляемость определяются комплексом факторов [1, 2]: температурно-скоростными режимами нагрева (оптимально $900\text{--}1100^\circ\text{C}$) и охлаждения, степенью обжатия при прокатке, а также химическим составом стали. Важным фактором, определяющим удаляемость окалины, является химический состав стали. Такие легирующие элементы, как медь, никель, кремний и углерод, модифицируют структуру и свойства оксидной пленки, снижая силу ее адгезионного сцепления с подложкой.

Анализ существующих решений (термообработка, легирование, защитные покрытия) показал, что они направлены преимущественно на повышение окалиностойкости, но не решают ключевую проблему трудоемкого удаления образовавшейся окалины и связанного с этим поверхностного брака.

В качестве основного подхода предложено целенаправленное управление температурно-скоростными и деформационными режимами на всех этапах производства проката целевого сортамента. Ключевыми элементами концепции являются: поддержание температурного режима, способствующего формированию пластичной фазы FeO ; контроль скорости охлаждения для управления термическими напряжениями; оптимизация обжатий для минимизации вдавливания окалины в основной металл; корректировка химического состава в рамках ГОСТ для снижения адгезии.

Ожидаемыми результатами внедрения данной технологии являются снижение доли поверхностного брака, повышение выхода годного проката и улучшение качества поверхности. Дальнейшие исследования планируется сосредоточить на оптимизации химического состава, разработке режимов контролируемого охлаждения, моделировании процесса окалинообразования с учетом толщины проката, а также на технико-экономическом обосновании предлагаемых решений.

Список используемых источников

1. Северденко, В.П. Окалина при горячей обработке металлов давлением / В.П. Северденко, Е.М. Макушок, А.Н. Равин. – М.: Металлургия, 1977. – 208 с.
2. Великоцкий, Р. Е. Оптимизация химического состава горячекатаной толстолистовой стали 10ХСНД в зависимости от толщины листа / Р. Е. Великоцкий // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2004. – Т. 307. – № 2. – С. 134–137. – EDN HPMQNL

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ ПРОВОЛОКИ

Напряженно-деформированное состояние при волочении проволоки неоднородное. При волочении у поверхности проволоки преобладают сжимающие напряжения, а в центре проволоки растягивающие. Растягивающие напряжения могут приводить к раскрытию дефектов проволоки и возникновению разрывов в центральной области проволоки. Неоднородность напряженно-деформированного состояния проволоки при волочении приводит к неоднородности механических свойств по сечению готовой проволоки [1]. Неоднородность деформации при протяжке проволоки через волоку приводит к возникновению остаточных макронапряжений в готовой проволоке. При однородной деформации остаточные напряжения не образуются. После волочения, при снятии нагрузки, проволока в целом должна оставаться нейтральной, поэтому по сечению проволоки образуются области сжимающих и растягивающих напряжений, которые взаимно уравновешиваются. Область остаточных растягивающих напряжений возникает у поверхности проволоки, а область сжимающих остаточных напряжений – в центре проволоки. Остаточные напряжения в объеме проволоки могут способствовать как раскрытию дефектов проволоки в области растягивающих остаточных напряжений, так и их залечиванию в области сжимающих остаточных напряжений. С ростом скорости волочения проволоки, неоднородность деформаций и напряжений по сечению проволоки при волочении возрастает [2]. Рост неоднородности напряжений по сечению проволоки приводит к увеличению остаточных напряжений в готовой проволоке. По величине остаточных напряжений в готовой проволоке можно оценить степень неоднородности деформации при волочении проволоки. Выбором технологических параметров волочения проволоки можно уменьшить степень неоднородности напряжений при волочении проволоки и минимизировать негативное влияние остаточных напряжений на свойства готовой проволоки. В качестве параметра неоднородности деформации при волочении проволоки можно использовать Δ -фактор очага деформации, который равен отношению средней высоты к длине очага деформации.

Список используемых источников

1. Головизнин, С. М. Исследование механических свойств стальной проволоки при волочении в роликовых и монолитных волоках / С. М. Головизнин, Д. С. Терских // *Металлург.* – 2025. – № 8. – С. 32-35. – DOI 10.52351/00260827_2025_8_32. – EDN HNFZEX.
2. Головизнин, С. М. Влияние динамической неоднородности напряженно-деформированного состояния на режимы волочения проволоки в монолитной конической волоке / С. М. Головизнин, В. А. Харитонов // *Черные металлы.* – 2022. – № 7. – С. 22-26. – DOI 10.17580/chm.2022.07.04. – EDN KZIKZK.

Секция «Технологии и машины обработки давлением, сварки и машиностроения: актуальные проблемы развития и совершенствования»

УДК 621.791.042.4

Шекшеев М.А. (AuthorID: 678731), **Куприянова О.А.** (AuthorID: 552501),
Мирзаев А.Ш. (магистрант), **Ильясов И.И.** (магистрант)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ГОРЕНИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ С МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ

На сегодняшний день важной задачей, стоящей перед отечественными производителями электродов, является локализация производства специальных электродов для сварки высокопрочных сталей в различных условиях.

Введение порошков тугоплавких материалов через электродное покрытие в расплав сварочной ванны позволяет улучшить первичную и вторичную структуры наплавленного металла и улучшает его механические свойства [1, 2].

Комплекс сварочно-технологических свойств электродов во многом определяется характеристиками электродного покрытия [3]. При этом компоненты покрытия оказывают влияние на стабильность горения дуги и условия каплепереноса во время процесса сварки [4, 5].

Настоящая работа посвящена исследованию влияния тугоплавких порошковых модификаторов на сварочно-технологические свойства штучных электродов с основным покрытием. Установлено, что порошки карбидов WC, VC, TiC, не оказывают негативного воздействия на стабильность горения дуги в период ее стального горения. Показано, что повышение уровня сварочного тока приводит к уменьшению диаметра и массы электродных капель для всех рассмотренных составов покрытий. Добавление тугоплавких порошковых модификаторов оказали нейтральное или положительное воздействие на условия каплепереноса покрытых электродов.

Список используемых источников

1. Шекшеев, М. А. Опыт применения тугоплавких инокулирующих добавок при разработке покрытых электродов для сварки высокопрочных трубных сталей / М. А. Шекшеев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2023. – Т. 25, № 2. – С. 87-93. – DOI 10.15593/2224-9877/2023.2.10. – EDN DSRTYR.
2. Инокулирование сварочной ванны низкоуглеродистой стали ультрадисперсными тугоплавкими компонентами / М. А. Шекшеев, М. А. Полякова, М. В. Зарецкий [и др.] // *Металлург.* – 2022. – № 12. – С. 63-68. – DOI 10.52351/00260827_2022_12_63. – EDN JLUZRW.
3. Сравнительный анализ показателей качества покрытых электродов для сварки и наплавки / М. А. Шекшеев, О. А. Куприянова, С. В. Михайлицын, С. С. Самогутин // *Сварка и диагностика.* – 2024. – № 5. – С. 27-31. – DOI 10.52177/2071-5234_2024_05_27. – EDN GTVJCA.
4. Шекшеев, М. А. Исследование влияния тугоплавких инокулирующих добавок на кинетику плавления сварочных покрытых электродов / М. А. Шекшеев // *Сварка и диагностика.* – 2024. – № 2. – С. 24-28. – DOI 10.52177/2071-5234_2024_02_24. – EDN FMQPID.
5. Шекшеев, М. А. Сварочно-технологические свойства покрытых электродов с добавками тугоплавких модификаторов / М. А. Шекшеев // *Сварка и диагностика.* – 2025. – № 3. – С. 35-40. – EDN PIUCUY.

Шекшеев М.А. (AuthorID: 678731), **Язвенко А.М.** (магистрант),
Столяров А.Ю. (AuthorID: 992039), **Корчунов А.Г.** (AuthorID: 352568)

СВАРОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАРОК ПРОВОЛОК МАЛОГО ДИАМЕТРА

Сварочная проволока представляет собой материал, через который осуществляется влияние на состав и механические свойства металла сварных швов [1]. Помимо этого проволока должна обеспечивать комплекс технологических свойств необходимых для протекания сварочных процессов [2].

Для высокопроизводительных способов механизированной и автоматической сварки применяют стальную проволоку различных диаметров. Технологические характеристики процесса сварки (стабильность подачи через направляющий канал, устойчивость горения дуги, разбрызгивание электродного металла) в большой степени зависят от состава проволоки, состояния ее поверхности и «жесткости» [3].

В настоящей работе приведены результаты сравнительных исследований сварочно-технологических свойств новых, перспективных марок проволок малого диаметра сплошного сечения, предназначенных для сварки высокопрочных сталей с временным сопротивлением разрыву не менее 700 МПа. Установлено, что новые образцы проволочных электродов обеспечивают высокую стабильность горения сварочной дуги в широком диапазоне режимов сварки. Показано, что разработанные марки сварочной проволоки обеспечивают малое разбрызгивание электродного металла. Наплавленные валики имеют правильную форму и обладают незначительной чешуйчатостью с плавными переходами к основному металлу [4].

Задача производства сварочной проволоки для изготовления конструкций ответственного назначения была включена в программу освоения инновационных видов продукции и реализации инфраструктурных проектов крупнейших предприятий Челябинской области и Российской Федерации.

Список используемых источников

1. Патент № 2854688 С1 Российская Федерация, МПК В23К 35/30. Сварочная проволока : № 2025109039 : заявл. 09.04.2025 : опубл. 15.01.2026 / А.Ю. Столяров, А.М. Язвенко, А.В. Юдин, А.Г. Корчунов, М.А. Шекшеев, Д.В. Константинов ; заявитель ОАО «ММК-МЕТИЗ».
2. Влияния химического состава стальной сварочной проволоки на параметры свариваемости / М.А. Шекшеев, А.М. Язвенко, А.Ю. Столяров, А.Г. Корчунов // Теория и технология металлургического производства. - 2025. - № 3. (54). - С. 31 - 36. – EDN KNSSMW.
3. Михайлицын С.В., Зверева И.Н., Шекшеев М.А. Сварочные и наплавочные материалы. Москва: Изд-во «Инфра-Инженерия». - 2020. - 228 с. - ISBN: 978-5-9729-0402-0. – EDN OMXGNS.
4. Сварочно-технологические свойства проволок малого диаметра сплошного сечения для сварки высокопрочных сталей / М.А. Шекшеев, А.М. Язвенко, А.Ю. Столяров, А.Г. Корчунов // Сварка и диагностика. - 2026. - № 1. - С. 37 - 41.

Михалев А.В. (AuthorID:532053), **Платов С.И.** (AuthorID:409446),
Лернер М.М. (AuthorID:1158611), **Михалев С.В.** (аспирант)

РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОВШ – КРИСТАЛЛИЗАТОР – ЗОНА ДЕФОРМАЦИИ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ И ДЕФОРМАЦИИ

Представлены конструкции систем промежуточный ковш (ПК) – кристаллизатор (К) – зона деформации машины непрерывного литья и деформации (МНЛДЗ) [1]. Совершенствование оборудования непрерывной разливки стали, в частности, оборудования приемной камеры ПК, необходимо для обеспечения отделения неметаллических включений (НВ) и создания эффективной работы зоны деформации МНЛДЗ. Важнейшим условием совершенствования конструкций ПК и К - анализ и оценка происходящих в нем процессов непрерывной разливки жидкой стали. Разработаны конструкции оборудования приемной камеры ПК [2, 3]. Показано существенное влияние параметров модернизируемого оборудования приемной камеры промежуточного ковша на работу МНЛДЗ в целом [3]. Механизм, обеспечивающий деформацию заготовок, один из основных узлов машины. Он рационализирует разливку непрерывно литого слитка. Разработка конструкций и систем промежуточного ковша и К МНЛДЗ позволит обеспечить эффективную работу зоны деформации в периоды номинальной работы машины и обеспечит рациональное функционирование и охлаждение агрегатов [4].

Список используемых источников

1. Рудской А.И., Платов С.И., Терентьев Д.В., Точилкин В.В. Гидравлический привод литейно-прокатных комплексов: учебник .- СПб. : - ПОЛИТЕХ-ПРЕС, 2024. – 343 с. EDN: NSDPMF
2. Рудской А.И., Платов С.И., Терентьев Д.В., Точилкин В.В. Проектирование оборудования литейно-прокатных комплексов: учебник. - СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕС, 2025. - 375 с. EDN: RWPPNL
3. Рационализация конструкций для защиты оборудования промежуточного ковша при разливке стали на МНЛЗ / В.В. Точилкин, С.И. Платов, С.В. Михалев, С.М. Горбатюк, А.В. Михалев // Металлург. 2025. № 8. С. 114-117. DOI: 10.52351/00260827_2025_8-114. - EDN: LOXAGO
4. Михалев А.В. Развитие технологии непрерывного литья и деформации заготовок с применением установки С-CAD // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 5-1. С. 71 - 75. EDN: UOTOUZ.

Платов С.И. (AuthorID:409446), **Точилкин В.В.** (AuthorID:616003),
Крупнов Л.В. (AuthorID:1215302), **Шленкин С.А.** (аспирант)

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Современное металлургическое оборудование, оснащенное системами пневматического и гидравлического приводов: установки для разливки металла, прокатные станы представляют собой полностью механизированные и автоматизированные линии, и поэтому по сравнению с другими видами металлургических агрегатов они при изготовлении более трудоёмки и в то же время металлоёмки [1-5]. Целью проекта стало повышение надёжности гидравлической системы для повышения качества получаемой металлургической продукции [1]. Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи: выполнен расчет основных параметров гидравлического привода; выбрана гидроаппаратура, проведен экономический расчет эффективности предложения [3]. При выполнении проекта были проведены основные гидравлические и проверочные расчеты гидроцилиндра новой гидросистемы, трубопроводов, подобрана гидроаппаратура и датчики наличия давления в гидроцилиндре для проведения мониторинга состояния оборудования в процессе выполнения операций металлургических процессов [4]. Эффект от внедрения будет получен за счет сокращения времени на обслуживание и ремонты [4, 5].

Список используемых источников

1. Точилкин В.В., Платов С.И., Крупнов Л.В., Носачев Д.С., Шленкин С.А. Рационализация гидравлического привода насосной установки технологических машин // Кокс и химия. - 2025. - №. 11. -С. 51 – 55. EDN: MSHXJA
2. Гидравлический привод литейно-прокатных комплексов: учебник / А.И. Рудской, С.И. Платов, Д.В. Терентьев, В.В. Точилкин. - СПб. : - ПОЛИТЕХ-ИПЕС, 2024. – 343 с. EDN: NSDPMF
3. Tochilkin V.V. Improved hydraulic drive for removal and installation of coke-oven doors // Coke and Chemistry. - 2021. - Vol. 64, No.8. - P. 377 – 318. DOI: 10.3103/s1068364x21080081. – EDN: AANDBX.
4. Tochilkin V.V., Boldyrev Z.A. Modernization of the hydraulic drive opening and closing the chute door for rail cars in coke-quenching systems // Coke and Chemistry. - 2023. - Vol. 66, No. 3. - P. 130 – 134. DOI: 10.3103/s1068364x2370059x. – EDN: AANDBX.
5. Tochilkin V.V., Terentiev D.V., Filatova O.A. Hydraulic Drive for Opening and Closing the Coke Discharge Doors of Quenching Cars // Coke and Chemistry. - 2024. - Vol. 67, No. 5. -P. 309 - 313. DOI: 10.3103/s1068364X24600532. – EDN: WMADVVR.

Точилкин В.В. (AuthorID:616003), Крайний И.В. (аспирант),
Михалев С.В. (аспирант), Шленкин С.А. (аспирант)

РАЗВИТИЕ МАНИПУЛЯТОРА СИСТЕМЫ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫЙ КОВШ – ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОВШ – КРИСТАЛЛИЗАТОР МНЛЗ

Рассмотрена модернизация манипулятора тележки промежуточного ковша (ПК) сортовой машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) [1, 2]. Повышение требований к непрерывно-литой заготовке определило запросы на применение в составе сортовых МНЛЗ современных эффективных устройств – манипуляторов, обеспечивающего перемещение промежуточного ковша (ПК) и устойчивую разливку металла на машине [3-4]. Работа привода манипулятор (М) для ПК МНЛЗ определяет: перемещение ПК с резервной позиции в зону разливки; позиционирование ПК над кристаллизаторами (К) и последующую разливку жидкой стали [1,3]. Разработаны и представлены основные положения по модернизации М, определяющих транспортные - с резервной на основную позицию и ориентирующие - над кристаллизатором, для рационального размещения осей рабочих отверстий, перемещения промежуточного ковша. *Цель исследования.* Определение рациональной компоновки оборудования привода М для обеспечения заданной ориентации ПК над кристаллизаторами МНЛЗ, определяющих эффективную работу МНЛЗ и уменьшение брака при разливке стали [2]. *Материалы и методы исследований.* Важной проблемой, требующей решения, является проблема обеспечения эффективной работы подсистемы МНЛЗ, обеспечивающей прохождение жидкой стали сталеразливочный ковш (СК) – промежуточный ковш – кристаллизатор машины, что обеспечивается применением манипуляторов специального назначения отмеченной подсистемы [4]. Одним из направлений, обеспечивающих решение данной проблемы, а также задач расширения области применения и эффективного использования манипуляторов МНЛЗ, является совершенствование их приводов.

Список используемых источников

1. Рудской А.И., Платов С.И., Терентьев Д.В., Точилкин В.В. Проектирование оборудования литейно-прокатных комплексов: учебник. - СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕС, 2025. - 375 с. EDN: RWPPNL
2. Гидравлический привод литейно-прокатных комплексов: учебник / А.И. Рудской, С.И. Платов, Д.В. Терентьев, В.В. Точилкин. - СПб. : - ПОЛИТЕХ-ПРЕС, 2024. – 343 с. EDN: NSDPMF
3. Рационализация конструкций для защиты оборудования промежуточного ковша при разливке стали на МНЛЗ / В.В. Точилкин, С.И. Платов, С.В. Михалев, С.М. Горбатов, А.В. Михалев // Металлург. 2025. № 8. С. 114-117. DOI: 10.52351/00260827_2025_8-114. - EDN: LOXAGO
4. Точилкин В.В., Платов С.И., Шленкин С.А., Челпин Д.С. Рационализация пневмосхемы механизма крепления электрода электропечи // Сталь. - 2024. - №. 11. - С. 46- 48. EDN: NDUGPZ

Точилкин В.В. (AuthorID:616003), **Михалев С.В.** (аспирант),
Шленкин С.А. (аспирант)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАНИПУЛЯТОРА МАШИНЫ ГАЗОВОЙ РЕЗКИ МНЛЗ

Внедрение и развитие перспективных технических решений машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ и элементов зоны вторичного охлаждения (ЗВО) – актуальная задача [1-5], которая определяет уровень качества литой заготовки. Определение рациональной схемы пневмосистемы оборудования для манипулятора (М) машины газовой резки (МГР) имеет важное значение [1]. Разработаны пневматические схемы манипуляторов для зажима - разжима непрерывно-литой заготовки и отдельные конструкции для исполнительного двигателя М [2-4]. Показано влияние параметров пневмопривода на работу МГР [3]. Механизм зажима – разжима М один из основных узлов МГР. Пневмопривод зажима оснащается гибкими элементами, которым присущи недостатки: гибкие элементы работают в зоне высоких температур со стороны заготовки, подвижные элементы гибких элементов и возвратные пружины нагреваются, что приводит к нестабильной работе захвата МГР, к сбою рабочего цикла прохождения заготовки и браку [1, 2]. Эффективно использовать в качестве двигателя силовой пневматический элемент (ПЭ) с внутренней вставкой – силовым модулем, а также включить в пневмосхему контур, обеспечивающий охлаждение ПЭ. Отсутствие пружин и наличие внутреннего силового контура внутри ПЭ обеспечивает рациональную работу механизма зажима МГР.

Список используемых источников

1. Точилкин В.В., Платов С.И., Шленкин С.А., Челпин Д.С. Рационализация пневмосхемы механизма крепления электрода электродпечи // *Сталь*. - 2024. - №. 11. - С. 46 – 48. EDN: NDUGPZ
2. Гидравлический привод литейно-прокатных комплексов: учебник / А.И. Рудской, С.И. Платов, Д.В. Терентьев, В.В. Точилкин. - СПб. : - ПОЛИТЕХ-ПРЕС, 2024. – 343 с. EDN: NSDPMF
3. Tochilkin V.V. Improved hydraulic drive for removal and installation of coke-oven doors // *Coke and Chemistry*. - 2021. - Vol. 64, No.8. - P. 377 – 318. DOI: 10.3103/s1068364x21080081. – EDN: AANDBX.
4. Tochilkin V.V., Boldyrev Z.A. Modernization of the hydraulic drive opening and closing the chute door for rail cars in coke-quenching systems // *Coke and Chemistry*. - 2023. - Vol. 66, No. 3. - P. 130 – 134. DOI: 10.3103/s1068364x2370059x. – EDN: AANDBX.
5. Tochilkin V.V., Terentiev D.V., Filatova O.A. Hydraulic Drive for Opening and Closing the Coke Discharge Doors of Quenching Cars // *Coke and Chemistry*. - 2024. - Vol. 67, No. 5. -P. 309 - 313. DOI: 10.3103/s1068364X24600532. – EDN: WMADVR.

Огарков Н.Н. (AuthorID: 399227), **Звягина Е.Ю.** (AuthorID: 754062)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОВРЕЖДЕННОГО СЛОЯ РАБОЧИХ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ ДРЕССИРОВОЧНОГО СТАНА

Поверхностные дефекты являются индикаторами для очага разрушения металла в процессе штамповки или причиной неудовлетворительного вида лицевой поверхности изделия. Также дефекты снижают качество, а иногда делают невозможным использование холоднокатаного листа особенно в автомобильной промышленности [1,2]. Отечественные и зарубежные производители холоднокатаного металла уделяют большое внимание дефектам поверхности валков, методам их диагностики и контроля [3].

Получены математические зависимости, позволяющие количественно определить влияние твердости рабочей поверхности и размеров валков дрессировочного стана, механических характеристик дрессируемого металла и режимов дрессировки на величину поврежденного слоя рабочих валков и количество продрессированного металла. Установлено, что увеличение твердости рабочих валков дрессировочного стана с 88 до 94 единиц по шкале Шора уменьшает толщину поврежденного слоя на 2% и позволяет увеличить длину продрессированного металла на 5% при неизменных условиях дрессировки. Увеличение диаметра рабочего валка с 0,45 м до 0,65 м повышает толщину поврежденного слоя по причине увеличения давления в очаге деформации на 12,8%, длину продрессированного металла на 9,5% и расход валкового материала в 1,65 раз при каждом перефоровывании валка.

Список используемых источников

1. Залетов, Ю.Д. Исследование нестабильности качества поверхности рабочих валков дрессировочных станков и готового автолиста / Залетов Ю.Д., Шекунов Е.В., Нефедьев С.П., Воробьев А.С. // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: международный сб. науч. тр. / Под ред. В.М. Салганика. -Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – С. 326-328.
2. Огарков, Н.Н. Влияние способа отделочно-упрочняющей обработки поверхности прокатных валков на их эксплуатационные свойства / Огарков Н.Н., Халин С.В., Звягина Е.Ю. // Процессы и оборудование металлургического производства : Межрегиональный сб. науч. трудов.-Магнитогорск: МГТУ.2003.-С.119-127.
3. Звягина, Е. Ю. Стабилизация параметров шероховатости рабочих валков дрессировочного стана в процессе холостой обкатки в клети / Е. Ю. Звягина, Н. Н. Огарков, А. В. Козлов // Заготовительные производства в машиностроении. – 2024. – Т. 22, № 1. – С. 28-34. – DOI 10.36652/1684-1107-2024-22-1-28-34. – EDN WJKRJI.

Звягина Е.Ю. (AuthorID: 754062), **Огарков Н.Н.** (AuthorID: 399227)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТЯХ, СМОДЕЛИРОВАННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ МИКРОВЫСТУПАМИ

Адгезия характеризуется прочностью сцепления между покрытием и подложкой, которая определяется силой, требующейся для отделения покрытия от подложки. Прочность сцепления лакокрасочного покрытия на поверхности холднокатаной полосы является важным показателем для дальнейшей эксплуатации в автомобилестроении [1-4].

Выполнено моделирование микровыступов поверхности с целью определения усилия отрыва. Моделирование производилось на подготовленных образцах диаметром 25 мм из дюралюминия Д16. С использованием фрезерного станка и специально подготовленных режущих инструментов были сформированы микропрофиля различной формы: в виде пирамиды, сферической формы, в виде усеченного конуса, прямоугольной формы. Согласно ГОСТ 32702.2-2014 (ISO 16276-2:2007) на поверхности, смоделированные различными микропрофилями нанесено клеевое покрытие одинаковой толщины. Для обеспечения одинаковых условий подготовки к проведению испытаний для склеивания поверхностей выдерживалось одинаковое прижимное усилие. После отверждения клея, приклеенные заготовки подвергаются испытанию на растяжение (испытание на отрыв). Для выполнения практической части проводимых исследований было использовано разрывное устройство для испытания на отрыв ГОСТ 32299-2013.

Список используемых источников

1. Мензилова, М. Г. Исследования прочности лакокрасочных покрытий на отрыв / М. Г. Мензилова, О. Ю. Лебедев // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2024. – № 2. – С. 21-24. – EDN MTXLKQ.
2. Зависимость адгезии покрытия от шероховатости / Л. П. Барановская, Н. О. Берненко // Актуальные проблемы авиации и космонавтики – 2017. Том 2.- С. 760-762.
3. Огарков Н.Н., Звягина Е.Ю. Математическое моделирование процесса репродукции микрогеометрии поверхности вала на дрессируемой полосе на основе критериев подобия и обобщенных координат // Заготовительные производства в машиностроении. 2025. Т. 23, № 2. С. 76—81. DOI: 10.36652/1684-1107-2025-23-2-76-81.
4. Определение диапазона колебаний параметров микрогеометрии поверхности полосы при дрессировке ее в шероховатых валах дрессировочного стана / Е.Ю. Звягина, Н.Н. Огарков, Д.В. Терентьев, М.И. Румянцев // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2025. Т. 23. № 1. С. 36-43.

Звягина Е.Ю. (AuthorID: 754062), Огарков Н.Н. (AuthorID: 399227)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕДИНИЧНЫХ МИКРОВОЫСТУПОВ ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ С ОЦЕНКОЙ АДЕКВАТНОСТИ РЕАЛЬНОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ВАЛКОВ ДРЕССИРОВОЧНЫХ СТАНОВ

В настоящее время широкое внимание уделяется процессам цифровизации в отечественной и зарубежной индустрии, в соответствии с которыми растет доля предприятий, использующих технологии математического моделирования производственных процессов и виртуальных испытаний промышленной продукции. Основной трудностью при математическом моделировании процесса формирования шероховатого слоя на поверхности валков дрессировочного стана с последующим ее отпечатыванием на поверхности холоднокатаной полосы является дефицит информации о том, какие формы и взаимное расположение единичных микронеровностей позволяют моделировать детерминированные шероховатости подобные реальным шероховатостям, формируемым различными способами текстурирования поверхности валков в производственных условиях [1-3].

Выполнен анализ возможности моделирования реальных многоуровневых шероховатостей, сформированных на поверхностях валков дрессировочных станков в производственных условиях одноуровневыми детерминированными шероховатостями с набором объемных фигур, моделирующих микровыступы, при одинаковой вероятности их участия в моделируемой шероховатости с оценкой адекватности по отношению к содержанию материала в шероховатом слое.

Продемонстрирована возможность моделирования шероховатого слоя, сформированного дробеметной, электроэрозионной и лазерной видами обработки. Моделирование шероховатого слоя, сформированного шлифованием и характеризуемый более сложной структурой, требует дополнительного введения еще объемных фигур. Степень адекватности моделирования по отношению к содержанию материала в шероховатых слоях для всех видов обработки поверхности рабочих валков дрессировочных станков составляет 95,6-99,8%.

Список используемых источников

1. Рудской, А. И. Цифровые производственные системы: технологии, моделирование, оптимизация: монография / А.И. Рудской, К.Н. Волков, Ю.А. Соколов, С.Ю. Кондратьев- Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2020.-828 с.

2. Анализ и математическое моделирование репродукции микрогеометрии текстурированной поверхности валка на оцинкованной холоднокатаной полосе при ее дрессировке / Н. Н. Огарков, Е. Ю. Звягина, С. М. Горбатько [и др.] // *Металлург.* – 2024. – № 2. – С. 88-94. – DOI 10.52351/00260827_2024_2_88. – EDN EXKPRF.

3. Огарков, Н. Н. Теоретический анализ формирования шероховатости автомобильного листа при дрессировке в валках обработанных дробью / Н. Н. Огарков, Е. Ю. Звягина, Р. Р. Исмаилов // *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия.* – 2019. – Т. 62, № 8. – С. 600-605. – DOI 10.17073/0368-0797-2019-8-600-605. – EDN DBIYUQ.

Михайлицын С.В. (AuthorID: 660298), **Мирзаев А.Ш.** (магистрант),
Ильясов И.И. (магистрант)

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СВАРОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

В настоящее время основным способом сварки всё ещё остаётся ручная дуговая сварка [1, 2]. Существенным её преимуществом является простота процесса и возможность выполнения работ в различных климатических условиях с различным темпом продвижения вдоль сварного шва при достаточно высоком качестве.

В сложившейся практике обычно применяют электроды с основным, рутиловым или целлюлозным видами покрытий [3]. При сварке электродами с целлюлозным покрытием обеспечивается требуемое проплавление кромок стыкового соединения с образованием обратного валика во всех пространственных положениях. Однако целлюлозные электроды, в силу присущих им особенностей (высокое содержание водорода в наплавленном металле), имеют определённые ограничения: при использовании в северных районах; при выполнении целого ряда специальных сварочных работ в других случаях. Электроды же с рутиловым покрытием обеспечивают получение сварных швов ограниченной прочности. Поэтому в этих условиях целесообразнее применять низководородистые электроды с основным видом покрытия [4]. Но при сварке основными электродами, как правило, не удастся обеспечить устойчивое проплавление корня шва. Кроме того затруднена отделимость шлака с выполненного сварного шва.

В этой связи, представляет интерес влияние различных компонентов покрытий на физико-химические и сварочно-технологические свойства электродов, особенно при разработке новых марок электродов [5].

Список используемых источников

1. Особенности структуры и свойства сварных швов трубной стали, выполненных электродами различных марок / И. Н. Зверева, А. Д. Картунов, С. В. Михайлицын [и др.] // Сварочное производство. – 2017. – № 11. – С. 37-40. – EDN YLXAON.
2. Сравнительный анализ показателей качества покрытых электродов для сварки и наплавки / М. А. Шекшеев, О. А. Куприянова, С. В. Михайлицын, С. С. Самотугин // Сварка и диагностика. – 2024. – № 5. – С. 27-31. – DOI 10.52177/2071-5234_2024_05_27. – EDN GTVJCA.
3. Михайлицын С.В., Зверева И.Н., Шекшеев М.А. Сварочные и наплавочные материалы. Москва: Изд-во «Инфра-Инженерия». - 2020. - 228 с. - ISBN: 978-5-9729-0402-0. – EDN OMXGNS.
4. Михайлицын, С. В. Проектирование сварочных электродов для нефтегазового комплекса / С. В. Михайлицын, М. А. Шекшеев, А. Б. Сычков. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Нова, 2016. – 182 с. – ISBN 978-5-9967-0860-4. – EDN WODJDD.
5. Шекшеев, М. А. Исследование влияния тугоплавких инокулирующих добавок на кинетику плавления сварочных покрытых электродов / М. А. Шекшеев // Сварка и диагностика. – 2024. – № 2. – С. 24-28. – DOI 10.52177/2071-5234_2024_02_24. – EDN FMQPID.

Кургузов С.А. (AuthorID: 361820), Стучилин А.О. (студент)

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЛИЦЕВЫХ ВАЛОВ

В процессе эксплуатации различных приводов в узлах передвижения механизмов и машин, разбиваются шлицевые соединения на валах.

Следует отметить, что после фрезерования пазов шлицевого соединения на поверхности пазов формируется значительная по высоте шероховатость. Точность выполнения паза по ширине зачастую неудовлетворительна, поэтому возникают проблемы на участке сборки.

В качестве решения этой проблемы мы предлагаем применить метод пластической поверхностной обработки - выглаживания поверхностей шлицевых пазов жестким индентором. Сущность метода выглаживания заключается в пластической деформации поверхности металла на небольшую глубину, деформирующим инструментом [1]. Для реализации данной технологии могут быть применены универсальные протяжные станки.

Применение метода выглаживания позволяет уменьшить величину шероховатости поверхностей Ra до 0,5 мкм, повысить твердость на 20 ... 30 процентов на глубину от 0,1 до 0,8 мм, сформировать в поверхностном слое остаточные сжимающие напряжения, повысить точность размеров паза между шлицами [1].

Разработано устройство для выглаживания поверхности шлицов состоящее из корпуса в котором установлены инденторы количеством, равным количеству шлицев и нажимное устройство.

Принцип работы данного устройства заключается в следующем. Устройство устанавливается на протяжном станке. Инденторы подводятся к дальнему от конца вала концу шлицевой части, и с помощью нажимного устройства внедряется в полости между шлицами паза. Затем, оно протягивается на длину обрабатываемой поверхности, после этого инденторы выводятся из зоны обработки.

Путем установки индентора требуемого диаметра и ширины предварительно обработанного шпоночного паза может быть установлена необходимая величина натяга, обеспечивающая требуемое упрочнение и качество поверхности обрабатываемых поверхностей детали.

Таким образом, в работе предложена технология и разработано устройство для выглаживания шлицев валов с целью повышения их точности и стойкости.

Список используемых источников

1. Кургузов С.А., Родионов Р.Н., Демин О.В., Нестеров Д.А. Обзор методов повышения износостойкости деталей машин. //Современные методы конструирования и технологии металлургического машиностроения: Международн. сб. науч. трудов. /Под ред. Н.Н. Огаркова, Магнитогорск: МГТУ. 2006. 45-50 с.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Станки для обработки металлических заготовок – наиболее обширная группа промышленного металлообрабатывающего оборудования. Это современные автоматизированные агрегаты с числовым управлением.

Токарные станки с программным управлением это высокотехнологичные обрабатывающие центры, предназначенный для комплексной обработки тел вращения из металла. Дополнительные силовые головки и магазины инструментов позволяют обеспечить полный цикл операций изготовления большинства деталей с осью вращения: точение, растачивание, фрезерование пазов, лысок, шлицов, сверление отверстий радиальных и соосных оси вращения, нарезание резьбы и зенкерование.

Фрезерные обрабатывающие центры - станки для механической обработки заготовок с помощью вращающегося режущего инструмента - фрезы. Данные станки позволяют обрабатывать не только плоские поверхности, но и фасонные, поверхности, имеющие оси вращения, то есть частично позволяют заменять токарную обработку. Они позволяют сверлить, фрезеровать, шлифовать кромки, делать сквозные пазы, канавки в заготовке.

Литая станина и шлифованные направляющие обеспечивают высокую надёжность, точность и стабильность работы станка. В последнее время широко применяется сварные корпусные детали, заполненные минеральным литьем. Это позволяет повысить точность изготовления деталей на 25-35%, и повысить качество поверхности. Рабочее пространство станков с ЧПУ обычно закрыто защитными кожухами. Это повышает безопасность оператора и улучшает условия его работы.

Современные серводвигатели и асинхронные двигатели оснащенные частотными регуляторами позволили отказаться от шестеренных коробок скоростей и подачи. Это также повышает качество обработанных поверхностей деталей.

Достигнутые показатели станков с ЧПУ:

- точность позиционирования рабочих органов достигает 1 и менее мкм,
- скорость быстрых перемещений - до 30м/ мин и более,
- бесступенчатое изменение скорости вращения шпинделя до 30-50 - об/мин,
- бесступенчатое изменение подачи, в том числе согласованное с перемещениями других исполнительных органов станка до 8-10 м/мин
- скорость смены инструмента у некоторых станков занимает всего 1-2 секунды,
- применение "умных", управляемых от системы ЧПУ, зажимных приспособлений позволяет обрабатывать детали со всех сторон,
- повышение жесткости конструкции станков также позволяет повысить производительность до 40-50%,
- автоматизация большинства вспомогательных движений исполнительных органов.

Современное развитие станочного парка металлорежущих станков происходит в направлении сокращения вспомогательного и основного времени.

Кургузов С.А. (AuthorID: 361820), Стучилин А.О. (студент)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БОЛТОВ С КАЛИБРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Среди деформационных методов обработки деталей машин широкое распространение получили локальные: обкатка шариком, роликом, диском, выглаживание алмазным индентором. Универсальность, высокое качество обработанных поверхностей, получение регулярного микропрофиля и другие достоинства привлекают к ним постоянное внимание производителей.

Болт с посадочной поверхностью, применяется при соединении барабанов подвески электромостовых кранов с муфтой, ведущей к приводу. Материал, из которого изготовлен болт – сталь 45. Сложность изготовления таких деталей заключается в применении шлифовальных станков или токарных станков для тонкого точения. Это усложняет технологию изготовления [1, 2].

Предложено применить охватывающее поверхностное пластическое деформирование для этих коротких цилиндрических элементов.

Для исследования влияния охватывающего поверхностного пластического деформирования (ОППД) на точность и упрочнение поверхности болтов, а также определен состав смазочной композиции, параметры шероховатости, обработанной поверхности, остаточные напряжения после обработки.

Сконструировано и изготовлены инструмент, лабораторное устройство для ОППД металлов, в лабораторных условиях. Данное устройство состоит из: корпуса, он же направляющая для поршня, поршня, инструмента-матрицы и деталей для установки на разрывной машине.

Результаты измерений показали, что обработка деталей ППД увеличивает поверхностную твердость до 40-50%, повышается точность и шероховатость рабочей поверхности болта до требуемых значений технической документации. Время обработки одного болта составляет 4-10 с.

Список используемых источников

1. Кургузов С.А., Родионов Р.Н., Демин О.В., Нестеров Д.А. Обзор методов повышения износостойкости деталей машин. //Современные методы конструирования и технологии металлургического машиностроения: Международн. сб. науч. трудов. /Под ред. Н.Н. Огаркова, Магнитогорск: МГТУ. 2006. 45-50 с.
2. Кургузов С.А., Шушарин Д.А., Демин О.В., Исаев К.С. Напряженно-деформированное состояние детали после электроэрозионного упрочнения поверхности. //Современные методы конструирования и технологии металлургического машиностроения: Международн. сб. науч. трудов. /Под ред. Н.Н. Огаркова, Магнитогорск: МГТУ. 2006. 58-60 с.

Столяров А.Ю. (AuthorID: 992039), Тухветова Л.М. (аспирант),
Новикова Т.А. (аспирант)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ ДРОБЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ГОРЯЧЕКАТАНОГО ПРОКАТА ПЕРЕД ВОЛОЧЕНИЕМ

Метизное производство, представляющее собой завершающий передел в металлургическом цикле, функционирует в условиях ужесточения нормативов в области энергосбережения, ресурсоэффективности и экологической безопасности. В данном контексте замена традиционного химического травления на дробеструйную (абразивно-струйную) очистку поверхности проката от окалины представляет собой актуальную научно-техническую задачу [1]. Целью настоящей работы является разработка научно-обоснованных технологических решений по выбору параметров дробеструйной обработки, направленных на обеспечение требуемого качества поверхности калиброванного проката при минимизации эксплуатационных издержек и воздействия на окружающую среду.

Дробеструйная очистка поверхности горячекатаного проката является технологически и экологически перспективной альтернативой химическому травлению, соответствующей стратегическим задачам импортозамещения и «зеленой» металлургии [2]. Установлено, что дробеструйная обработка, в отличие от химического травления, обеспечивает полное удаление окалины без характерных дефектов, характеризуется высокой производительностью и возможностью интеграции в непрерывную технологическую линию.

В результате анализа установлено, что для обеспечения стабильного гидродинамического режима смазки в очаге деформации при высокоскоростном волочении (до 80 м/мин) необходима заготовка с развитой шероховатостью поверхности (параметры Ra, Rz). Однако нормативная документация предъявляет жесткие требования к финишной чистоте поверхности готового калиброванного проката ($Ra \leq 1.25-2.5$ мкм). Таким образом, процесс волочения должен обеспечивать не только формоизменение, но и эффективное сглаживание микрорельефа.

В ходе работы определены и ранжированы ключевые технологические факторы, лимитирующие процесс: гранулометрический состав абразивной смеси, нагрузка на приводы турбин дробеструйной установки, скорость обработки. Для выбранного типа дроби установлены рациональные диапазоны регулирования.

Список используемых источников

1. Стратегия развития черной металлургии России на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2030 года и Стратегии развития цветной металлургии России на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2030 года. Приказ Минпромторга России от 05.05.2014 N 839.
2. Перспективы использования экологически чистого способа подготовки поверхности бунтового проката к волочению / Э.В. Парусов, А.Б.Сычков, С.И. Губенко, И.Н. Чуйко // Проблемы трибологии. 2016. № 2. С. 74-82.

Терентьев Д.В. (AuthorID: 449858), **Шеметова Е.С.** (AuthorID: 754695),
Усанов М.Ю. (AuthorID: 525681), **Платов С.И.** (AuthorID: 409446)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПРОВОЛОКИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Современный этап функционирования и развития многих отраслей промышленности требует производства слоистых композиционных металлов, сочетающих в себе высокие электропроводные и прочностные свойства. Происходит разработка, и внедрение новых видов биметаллической проволоки, таких как платиниты, стальная легированная, из редкоземельных металлов, специального назначения [1]. Для изготовления новых видов биметаллической проволоки необходимы новые технические решения, разработка новых математических моделей, а это занимает достаточно продолжительное время. Поэтому в данной работе предложена универсальная методика и алгоритм расчета маршрутов волочения для любых видов биметаллической проволоки, отличающиеся тем, что на стадии проектирования маршрута волочения используется кривая «гидростатическое напряжение – усилие волочения», по которой выбираются рациональные обжатия для данных углов волок, что позволяет обеспечить ресурсосбережение при волочении, тем самым повысить эффективность производства биметаллической проволоки [2-4].

Список используемых источников

1. Андреев А.В. Способ изготовления биметаллической проволоки из разнородных металлов холодным волочением. Патент на изобретение RU 2628232, 15.08.2017. Заявка № 2016103755 от 04.02.2016.
2. Харитонов, В. А. Совершенствование деформационных режимов волочения проволоки из углеродистых марок стали в монолитных и роликовых волоках: монография / В.А.Харитонов, М.Ю. Усанов – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им.Г.И. Носова, 2020г. 133 с.
3. Совершенствование технологии изготовления углеродистой проволоки на основе повышения эффективности деформационных режимов волочения. Усанов М.Ю. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. Магнитогорск, 2018 – 16с.
4. Оценка напряженно-деформированного состояния сталемедной проволоки при волочении в монолитной волоке на основе моделирования / Терентьев Д.В., Усанов М.Ю., Шеметова Е.С., Платов С.И., Харитонов В.А. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И.Носова. 2024. Т.22. №3. С. 170-177.

Фасхитдинова Ю.Р. (аспирант)

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ СОРТОПРОКАТНЫХ СТАНОВ

На долю вспомогательного оборудования сортовых станов (рольгангилуперы, ножи горячей резки, направляющие линейки) приходится до 60 % ремонтных трудозатрат. Основными причинами отказов являются тепловой и абразивный износ. Фактическая наработка элементов не превышает 30–50 % от паспортной, что свидетельствует о недостаточной эксплуатационной стойкости.

В настоящей работе выполнен обзор литературных источников [1–3], посвящённых вопросам надёжности металлургического оборудования, а также проведён анализ открытых данных промышленной эксплуатации. На основе литературных данных определена корреляция скорости износа рабочих поверхностей с температурой нагрева.

На основе анализа существующих подходов повышения долговечности выделены способы легирования сталей, корректировка режимов термической обработки, конструктивные решения (изменение геометрии узлов, схем нагружения и условий трения) и формирование гетерогенной структуры материала. В настоящее время одним из наиболее эффективных способов, согласно данным, является формирование гетерогенной структуры, сочетающей вязкую основу и износостойкий поверхностный слой. Применение данного подхода обеспечивает снижение интенсивности изнашивания в 2–2,5 раза [3], сокращение простоев оборудования на 25 % и уменьшение расхода запасных частей [2, 3]. Перспективным направлением в данной области также является применение методов прогнозирования износа, в том числе нейросетевого моделирования.

Список используемых источников

1. Гребеник В. М., Цапко В. К. Надёжность металлургического оборудования (оценка эксплуатационной надёжности и долговечности) Справочник. М. : Металлургия, 1980. 344 с.
2. Жиркин, Ю. В. Надёжность, эксплуатация и ремонт металлургических машин / Ю. В. Жиркин. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2002. – 330 с. – ISBN 5-89514-331-8. – EDN VHMNPR.
3. Корнилов, В. В. Работа и эксплуатация оборудования прокатных станов : учебное пособие / В. В. Корнилов, И. Г. Ибрагимов. — Уфа : Изд-во УГНТУ, 2006. — 202 с. — ISBN 5-7831-0715-0.

Дема Р.Р. (AuthorID: 309460), Плотников Е.А. (аспирант),
Шурандин Е.В. (аспирант), Буренков А.С. (магистрант), Дураков М.А. (студент)

РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ, НАПРАВЛЕННЫХ НА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОКАТА

Совершенствование технологии и оборудования прокатного производства базируется на развитии методологических подходов к исследованию системы «опорный валок – рабочий валок – полоса». Выполнен обзор литературных источников, отражающих эволюцию методологии от экспериментально-статистических методов к комплексным теоретико-экспериментальным исследованиям. Разработанная методология включает проведение теоретических, лабораторных и промышленных исследований влияния режимов подачи смазочных материалов на энергосиловые параметры прокатки и стойкость валков. В качестве оценочных показателей предложены интенсивности изнашивания J_0 и J_1 , дифференцированно учитывающие наличие смазочного материала в очаге деформации, что позволяет оптимизировать процессы в четырёхвалковых узлах.

Дальнейшее развитие методологических подходов направлено на создание взаимосвязанных математических моделей управления охлаждением валков и полосы. Отличительной особенностью моделей является учёт закономерностей теплообмена и параметров дополнительных технологических систем. Реализация моделей в специализированном программном обеспечении позволяет определять местоположение коллекторов и форсунок, обеспечивающие максимальный теплосъём. Промышленная апробация разработанных решений на станах НШСГП 2000 и 2500 подтвердила снижение средней температуры валков на 6–11°C в чистой группе и на 10–11°C в черновой, что соответствует повышению эксплуатационной стойкости на 8–12 часов.

Перспективным направлением является интеграция новых технических решений, в частности систем охлаждения полосы перед очагом деформации. Данные системы обеспечивают дополнительное снижение температуры валков на 3–5°C и минимизируют попадание охладителя в очаг деформации. Экономический эффект от внедрения методологических разработок в черновой группе клетей составил 3,2 млн рублей. Полученные результаты используются в образовательных программах в области прокатного производства [1-2].

Список используемых источников

1. Степанов, П. П. Инженерно-технологический центр ОМК. 15 лет исследований и разработок / П. П. Степанов, Л. И. Эфрон, А. В. Мунтин // *Металлург.* – 2024. – № 11. – С. 9-11. – EDN DJKXP.

2. Управление качеством полос и листов при горячей прокатке / Р. Л. Шаталов, А. Г. Колесников, А. В. Алдунин, А. В. Мунтин. – Москва : Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2023. – 280 с. – ISBN 978-5-7038-6097-7. – EDN GVTZGE.

Дема Р.Р. (AuthorID: 309460), Амиров Р.Н. (AuthorID: 690273),
Латыпов О.Р. (AuthorID: 939091), Плотников Е.А. (аспирант),
Шурандин Е.В. (аспирант), Буренков А.С. (магистрант), Дураков М.А. (студент)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Современное прокатное производство характеризуется устойчивой тенденцией к снижению энергосиловых и фрикционных параметров процесса, а также к повышению эксплуатационной стойкости рабочих валков. Выполнен обзор литературных источников, посвящённых вопросам эффективности прокатного оборудования. Показано, что внедрение комплексных научно-технических решений, в частности оптимизации режимов смазывания и охлаждения валков в листовых станах горячей прокатки, позволяет сократить токовые нагрузки главных приводов на 7–10 % и моменты трения на 8–13 %. Разработанные зависимости для толщины смазочного слоя, учитывающие изменение шероховатости валков, обеспечивают более точное управление трибологическими характеристиками очага деформации.

Перспективы развития отрасли связаны с интеграцией математических моделей прогнозирования теплового состояния системы «рабочий валок – полоса». Модели, учитывающие теплообмен, пластическую деформацию и параметры систем охлаждения, позволяют повысить стойкость валков на 8–12 % за счёт оптимизации расхода охладителя и давления. Внедрение программного обеспечения для расчёта режимов смазывания и охлаждения на этапе предварительной настройки станов (за 2–4 часа до прокатки) создаёт основу для автоматизации процессов в рамках АСУТП.

Совершенствование прокатного производства связывается с разработкой новых классификаций монтажных партий, учитывающих средний вес, толщину и суммарную длину полос, а также корректирующих коэффициентов для режимов охлаждения. Реализация данных подходов в сочетании с системами обеспыливания позволила снизить износ опорных валков с $8,3 \cdot 10^{-5}$ до $0,81 \cdot 10^{-5}$ кг/т. Совокупный экономический эффект от внедрения инновационных решений превышает 80 млн рублей [1,2].

Список используемых источников

1. Цифровизация - важнейший инструмент совершенствования металлургических технологий / А. В. Мунгин, М. Н. Шамшин, А. Г. Зинягин [и др.] // Металлург. – 2022. – № 9. – С. 31-43. – DOI 10.52351/00260827_2022_09_31. – EDN QPVGOW.
2. Инновационная система освоения новых технологий и материалов АО "Выксунский металлургический завод" для уникальных проектов газо- и нефтепроводов / П. П. Степанов, Д. А. Рингинен, А. В. Частухин [и др.] // Газовая промышленность. – 2021. – № 8(820). – С. 92-104. – EDN UMHSPG.

Латыпов О.Р. (AuthorID: 939091), Колдин А.В. (AuthorID: 545043),
Амиров Р.Н. (AuthorID: 690273)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛЕЙ

Одним из ключевых моментов при разработке цифровых двойников в металлургии является адекватное моделирование тепловых процессов при термомеханической обработке стальных заготовок. Особенно важным фактором при моделировании тепловых процессов является информация о теплофизических свойствах сталей на этапах их производства. Известно, что теплофизические свойства стальных заготовок, помимо химического состава, зависят от структуры и текстуры металлов и сплавов, поэтому отсутствие знаний об изменениях теплофизических свойств стали на разных этапах ее производства является важной научной задачей [1,2].

Встречающиеся в научно-технической литературе модели определения теплофизических свойств сталей ограничены и охватывают малые группы сталей по химическому составу. Таким образом, для развития цифровых технологий (цифровых двойников, программных систем моделирования различных технологических процессов) необходимы обобщение имеющихся моделей и разработка новых для более крупных групп сталей по химическому составу и структурно-текстурному состоянию.

В рамках исследования произведено формирование базы данных теплофизических свойств сталей, а также обобщение и систематизация существующих моделей определения теплофизических свойств сталей.

Работа выполнена в НИТУ «МИСиС» при поддержке Программы привлечения постдоков в рамках Приоритета 2030 (грант № К4-2025-3)

Список используемых источников

1. Искусственный интеллект и машинное обучение в металлургии. Часть 1. Методы и алгоритмы / А. В. Мунтин, П. Ю. Жихарев, А. Г. Зинягин, Д. А. Брайко // Металлург. – 2023. – № 6. – С. 124-130. – DOI 10.52351/00260827_2023_06_124. – EDN FQZJON.
2. Искусственный интеллект и машинное обучение в металлургии. Часть 2. Примеры применения / П. Ю. Жихарев, А. В. Мунтин, Д. А. Брайко, М. О. Крючкова // Металлург. – 2023. – № 10. – С. 99-111. – DOI 10.52351/00260827_2023_10_99. – EDN FZSIG5.

Колдин А.В. (AuthorID: 545043), **Левко П.М.** (аспирант),
Дема Р.Р. (AuthorID: 309460), **Латыпов О.Р.** (AuthorID: 939091),
Буренков А.С. (магистрант), **Дураков М.А.** (студент)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ КОКИЛЯ МАШИНЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЛИТЬЯ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

Разработана упрощённая одномерная нестационарная физико-математическая модель теплового состояния многослойной цилиндрической системы «расплав – разделительный огнеупорный слой – кокиль» при центробежном литье рабочего слоя прокатных валков. Модель построена на уравнении теплопроводности в цилиндрических координатах с учётом фазового перехода через эффективную теплоёмкость, лучистого теплообмена через торцевые отверстия на внутренней поверхности (по закону Стефана–Больцмана) и совместного лучисто-конвективного теплообмена на внешней поверхности вращающегося кокиля (критериальная зависимость $Nu(Re)$). Для численного решения применена явная конечно-разностная схема первого порядка с соблюдением условия устойчивости; модель реализована в программе на Lazarus, которая по входным геометрическим и теплофизическим параметрам выдаёт таблицу и график распределения температур по радиусу в любой момент времени после заливки [1,2].

Результаты моделирования показали характерные особенности процесса: при переходе температуры расплава через солидус скорость охлаждения резко возрастает; температурный перепад в защитном слое со временем уменьшается; температура внешней поверхности кокиля в начальный период увеличивается несмотря на теплоотдачу в окружающую среду за счёт прогрева от внутренних слоёв. Сравнение расчётных данных с измерениями инфракрасным пирометром в центре внешней поверхности кокиля подтвердило адекватность модели: отклонение не превышает 20 °С.

Практическая значимость работы заключается в возможности оптимизации технологического цикла центробежного литья (время выдержки, момент извлечения отливки), минимизации термических напряжений в кокиле и повышения его стойкости. Модель может служить основой для создания цифровых двойников оборудования и систем принудительного охлаждения кокиля.

Работа выполнена в НИТУ «МИСиС» при поддержке Программы привлечения постдоков в рамках Приоритета 2030 (грант № К4-2025-3)

Список используемых источников

1. Сидоров С.С., Кузнецов Н.Н. Исследование теплового состояния кокиля при центробежном литье заготовок прокатных валков // Литейное производство, №12, 2018.
2. Иванов И.И., Петров П.П. Технология центробежного литья металлов // Металлургия, 2000.

Ширяева Е.Н. (AuthorID: 987397)

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Качество металлопродукции является ключевым фактором конкурентоспособности предприятий металлургической отрасли. В условиях ужесточения технических требований и роста конкуренции особую актуальность приобретает научно обоснованный подход к определению показателей качества. Установление показателей качества металлопродукции — комплексная задача, требующая интеграции теоретических моделей, экспериментальных данных и нормативной базы с целью сформировать объективную систему критериев, обеспечивающую надёжность и конкурентоспособность продукции[1-2].

Теоретические исследования задают методологическую рамку для выбора показателей, помогая выявить фундаментальные корреляции, сокращая экспериментальные затраты и помогая прогнозировать поведения материалов в условиях неопределенности. Экспериментальные исследования верифицируют теоретические модели и уточняют показатели качества, требуя синтеза двух подходов.

Экспериментальные данные проверяют адекватность теоретических предсказаний (например, совпадение расчётной и фактической прочности). Оптимизацию параметров производят на основе моделей, благодаря которым планируют эксперименты, минимизируя затраты на испытания. Статистическая обработка методом регрессионного анализа и планирования экспериментов выявляет существующие факторы влияния значений прогнозирования и скрытых закономерностей. Агрегация полученных результатов на цифровых платформах помогает прогнозировать свойства развития сложной технологической системы.

Список используемых источников

1. Особенности применения цепей Маркова для оценки корректности принятия технологических решений при совершенствовании процесса горячей прокатки стальной полосы / Е. Н. Ширяева, М. А. Полякова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы докладов 81-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 17–21 апреля 2023 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2023. – С. 228. – EDN EESZCQ.

2. Использование вероятностного подхода при математическом моделировании развития сложной технологической системы / Е. Н. Ширяева, М. А. Полякова // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство : Материалы девятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Старый Оскол, 07 декабря 2022 года. – Старый Оскол: Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", 2023. – С. 128-134. – EDN ZGUGQZ.

ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЕЕ КОМПОНЕНТОВ

В настоящее время при рассмотрении вопроса эффективней эксплуатации активов предприятия, краеугольным камнем становится определение стратегии технического обслуживания и ремонта (ТОиР) промышленного оборудования ориентированного на поддержание надежности. [1, 2]

При детальном рассмотрении данного аспекта – стратегии ТОиР, выявляется широкая вариативность подходов и отсутствие четких и системных рекомендаций по их применению в отношении активов и систем активов предприятия [3]. Определение сбалансированной стратегии ТОиР является основной задачей функции надежности активов промышленных предприятий, настоящий процесс должен подчиняться четкой методологии, учитывающей возможные варианты ТОиР и иных способов обеспечения ритмичности производства [4].

Настоящая работа посвящена моделированию концептуальной структуры стратегии ТОиР, которая подразумевает в своем составе наличие трех компонентов стратегии ТОиР: базовые ремонтные воздействия (БРВ), контрольно-профилактические мероприятия (КПМ), объемный операционный состав (ООС), а также критерии применения разовых преобразований актива (модернизация, введение резервирования ответственных систем актива). Применение настоящей структуры стратегии ТОиР и обособление различных видов ее компонентов, позволяет гибко управлять стратегией ТОиР и в перспективе повысить контролируемость планирования и исполнения стратегий. Каждый из компонентов стратегии ТОиР предусматривает в своем составе группу элементов стратегии, которые возможно сочетать различными способами и формировать календарные и объемные планы ТОиР на различных горизонтах планирования.

Список используемых источников

1. Бобровицкий В. И., Сидоров А. В. Совершенствование системы ТОиР оборудования в условиях централизации ремонтной службы предприятия // Вибрация машин: измерение, снижение, защита. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – №1 (24). – С. 23-28.
2. Моделирование распределения загрузки ремонтных бригад при планировании технического обслуживания и ремонтов оборудования на промышленном предприятии // Электронный научный архив eLIBRARY. – 2025. – № 96441. – С. 1–12. URL: <https://ebsvkr.ru/ru/nauka/article/96441/view>.
3. Ежов Ю.Е. Пути повышения эффективности технического обслуживания промышленного перегрузочного оборудования // Вестник Гуманитарного института морского флота. – 2018. – № 2. – С. 113–120. URL: <https://oldjournal.gumrf.ru/article/53/113-120>.
4. Сухарев Д.Ю. Выбор стратегии технического обслуживания оборудования системы электроснабжения промышленного предприятия // Экономика и управление на предприятии. – 2023. – № 4. – С. 45–52. URL: <https://ecoprom.misis.ru/jour/article/download/1162/862>

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СГУЩЕНИЯ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сгущение технологических пульп – ключевая операция разделения твёрдой и жидкой фаз, обеспечивающая получение осветлённого слива и сгущённого продукта. В условиях роста с учетом ключевых трендов развития современного производства, в том числе устойчивого, повышается роль правильного выбора типа сгустителя, организации зоны питания, режима флокуляции, надёжности механической части и систем контроля.

Современные тенденции развития процесса сгущения связаны с повышением глубины обезвоживания и возврата воды, интенсификацией процессов осаждения и уплотнения пульпы за счёт совершенствования узла питания и разгрузки, оптимизацией подачи реагентов, ростом требований к надёжности механической части и переходом к комплексному контролю и автоматизации процесса сгущения. На основании этого оценка эффективности работы сгустителя должна учитывать компромисс между качеством слива, плотностью сгущённого продукта и стабильностью работы оборудования. Перспективные практические задачи для горно-добывающих и обогатительных предприятий включают: разработку критериев оперативной оценки качества слива и устойчивости режима осаждения твердых частиц; выбор целевых параметров сгущённого продукта с учётом его транспортировки и хвостового хозяйства; модернизацию узлов питания и разгрузки сгустителя для подавления гидродинамических причин выноса твёрдого в осветленный слив; внедрение комплексного мониторинга процесса сгущения и систем защит по нагрузке оборудования, обеспечивающего процесс сгущения, формирование баз данных режимов процесса сгущения и отказов оборудования, обеспечивающего данный процесс, для повышения точности управленческих решений [1-3].

Список используемых источников

1. Рылов К. А., Тютрин А. А., Немчинова Н. В., Бурдонов А. Е. Исследование сгущения и фильтрации хвостов сульфидной флотации // Обогащение руд. 2024. № 6. С. 47–53.
2. Сосновская Д. В. Анализ технологического комплекса сгущения как управляемого объекта // Актуальные вопросы науки и практики и перспективы их решений: сборник научных трудов по материалам X Международной научно-практической конференции. Анапа, 2023. С. 76–78.
3. Бауман А. В., Степаненко А. И., Баранова А. А. Теоретические основы и практика проектирования процессов и аппаратов сгущения рудных пульп // Обогащение руд. 2023. № 1.

Фидаров Б.Ф. (AuthorID: 1330426), **Лаговская Е.В.** (AuthorID: 1074431)

МОНИТОРИНГ ПРОЦЕССА СГУЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

В настоящее время в РФ осуществляется эксплуатация большого количества сгустителей разных типов на предприятиях горнодобывающей и обогащательной отраслей. Современная эксплуатация радиальных сгустителей требует перехода от контроля их отдельных параметров к комплексному анализу как технологических, так и механических показателей. Качество осветленного слива, плотность сгущенного продукта и устойчивость работы данного вида технологического оборудования напрямую зависят от комплексной системы взаимосвязи расхода коагулянта и/или флокулянта, уровня пульпы, нагрузки привода и режима разгрузки. Управление только по одному параметру не обеспечивает достаточную стабильность процесса сгущения.

Внедрение системы комплексного мониторинга, основанной на данных расходомеров, плотномеров, датчиков уровня границы раздела фаз, давления и нагрузки привода, позволяет формировать такие расчетные показатели как: удельную поверхностную нагрузку, удельный расход реагента, устойчивость разгрузки, косвенную оценку положения слоя осадка и т.д. Дальнейшая обработка полученных от этих датчиков данных дает возможность прогнозировать ухудшение осветления, предотвращать потери ценного компонента с выносом твердой фазы в осветленный слив, накопление плотного слоя сгущенного материала и риски перегрузки технологического оборудования. Использование алгоритмов анализа взаимосвязанных параметров обеспечивает переход от реактивного управления к предупредительной корректировке режима работы сгустителя, что повышает стабильность качества оборотной воды, снижает расход реагентов, уменьшает энергопотребление и продлевает срок службы механических узлов рассматриваемого оборудования [1-4].

Список используемых источников

1. Чернигов Д. А., Богородский А. В., Набиулин Р. Н., Минеева Т. С. Исследование процессов сгущения продуктов обогащения золотосодержащих руд // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2021. Т. 25. № 3 (158). С. 391–401.
2. Leonov R. E., Sosnovskaia D. V. Thickener as an automatic control object // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2022. № 6. С. 30–38.
3. Федорова Э. Р., Пупышева Е. А., Моргунов В. В. Определение параметров осаждения при сгущении и промывке красных шламов // Цветные металлы. 2023. № 4. С. 77–84.
4. Сольский С. В., Зеленский И. Г., Мелихов В. И. Современные расчетные методики гидротранспортных систем горно-обогащательных предприятий // Известия Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники им. Б. Е. Веденеева. 2025. Т. 316. С. 63–72.

Ран М.А. (AuthorID: 1210936), Макаров В.Ф. (AuthorID: 374200)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ «ТВЕРДОМ» ТОЧЕНИИ ЗАКАЛЕННОЙ ЦЕМЕНТИРОВАННОЙ СТАЛИ 12Х2Н4А

Обработка резанием закалённых цементированных сталей — технологически сложная задача из-за высокой твёрдости поверхностного слоя (47–67 HRC) и вязкой сердцевины. Сталь 12Х2Н4А относится к конструкционным легированным сталям, предназначенным для цементации и закалки.

При твёрдом точении такой стали ключевое значение имеет контроль температуры в зоне резания, поскольку перегрев снижает стойкость инструмента, локальные температурные градиенты могут вызывать термические напряжения и микротрещины, а также изменение физико-механические свойства контактирующих материалов [1].

Для контроля температуры в зоне резания используют три группы методов: прямые измерения с помощью термопар (встроенных или естественных), обеспечивающие высокую точность, но отличающиеся сложностью монтажа; оптические методы (пирометрия и тепловидение), дающие бесконтактность и высокое пространственное разрешение, однако склонные к погрешностям из-за окисления поверхности и требующие калибровки; а также косвенные методы — анализ износа инструмента, измерение сил резания и спектроскопический анализ стружки, опирающиеся на корреляцию температуры с интенсивностью износа, удельной работой пластической деформации и фазовыми превращениями. [2].

Типовые диапазоны температур при «твёрдом» точении стали 12Х2Н4А варьируются в зависимости от применяемых технологических решений. При обработке без использования СОЖ температура на режущей кромке достигает 800–1200 °С; при применении СОЖ она снижается до 600–900 °С; использование инструмента из CBN позволяет удерживать температуру в диапазоне 500–700 °С благодаря повышенной теплопроводности инструментального материала. При этом выделяются критические температурные значения: превышение 1000 °С провоцирует интенсивный диффузионный износ инструмента, а температура свыше 1200 °С создаёт риск структурных изменений в стали, таких как отпуск и обезуглероживание [3].

Список используемых источников

1. Даниловских, М. Г., Летенков, О. В. Зона резки и контроль температуры / М. Г. Даниловских, О. В. Летенков // Международный научный журнал "Символ науки". — 2023. — № 3-1. — С. 16-21.

2. Акулович Л.М., Сергеев Л.Е. Исследование влияния режимов резания при точении на температуру в зоне резания / Акулович Л.М., Сергеев Л.Е. [Электронный ресурс] // Репозиторий БГАТУ : [сайт]. — URL: <https://rep.bsatu.by/bitstream/doc/10966/1/issledovanie-vliyaniya-rezhimov-rezaniya-pri-tochenii-na-temperaturu-v-zone-rezaniya.pdf> (дата обращения: 11.02.2026).

3. Пластины CBN. Токарная обработка. Закаленная сталь / [Электронный ресурс] // Halnn Tools : [сайт]. — URL: <https://halnn-group.com/> (дата обращения: 11.02.2026).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ТРИБОТЕХНИКИ

В современных машинах широко используются детали и узлы, работающие в условиях трения. К примеру, к ним относятся вкладыши подшипников скольжения. Однако, ввиду мягкости материалов, из которых они изготавливаются, данные детали изнашиваются быстро и значительно. Это является причиной останковки машин и проведения ремонтных и восстановительных работ. Таким образом, должна быть поставлена задача по продлению срока службы данных деталей.

В рамках данной работы для решения проблемы предлагается использование метода магнитно-абразивной обработки. Потенциал метода в области машиностроения в настоящее время широко известен. Магнитно-абразивная обработка используется для подготовки поверхностей на этапах финишных операций и позволяет достичь низких значений шероховатости, а также положительно влияет на структуру поверхностного слоя [1, 2].

Для доказательства эффективности предлагаемого решения были проведены экспериментальные исследования, разделённые на два этапа. Обработке подвергались бронзовые вкладыши, внутренняя поверхность которых была предварительно обработана методом токарного точения. В качестве инструмента был использован цилиндрический пруток с закреплёнными по окружности постоянными магнитами с нанесённой на них абразивной массой. При различном сочетании частоты вращения и подачи инструмента был проведён массив экспериментальных опытов. На первом этапе обработки обеспечивалось сглаживание поверхности и формирование базового опорного профиля. Контроль проводился по параметрам шероховатости; после обработки было зафиксировано снижение среднеарифметической шероховатости в 5-7 раз в среднем: после токарной расточки показатель Ra составлял в среднем 2,5 мкм, а после МАО были получены значения 0,4-0,5 мкм. Вторым этапом обработки заключался в нанесении на обработанную поверхность следов обработки, в которых в процессе эксплуатации будет удерживаться смазка. Подобная операция проводится при обработке цилиндров автомобилей – используется метод хонингования, который при обработке вкладышей не может быть применён ввиду перспектив быстрого засаливания инструмента и образования на поверхностях заготовки прижогов. В рамках второго этапа производилось варьирование фракции порошка и времени обработки. После применения магнитно-абразивной обработки не было замечено повреждений поверхности и обратного повышения шероховатости, а поставленная цель была достигнута – на обработанных поверхностях было отмечено наличие следов обработки. Отмечено наилучшее сочетание фракции абразива и времени обработки: > 350 мкм и > 5 мин соответственно.

Дальнейшие исследования необходимо направить на проверку функционирования полученных заготовок в условиях, близких к эксплуатационным, сравнивая показатели износа с заготовками, не подвергнутыми магнитно-абразивному воздействию.

Першин О.В. (AuthorID: 1271473), **Раскатов Е.Ю.** (AuthorID: 418867),
Булганина М.Ю. (AuthorID: 1046794)

ИССЛЕДОВАНИЕ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА ДОКУМЕНТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В ОБЛАСТИ ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ И ПРОШИВКИ НА ОСНОВЕ ПАТЕНТНОЙ АНАЛИТИКИ

Для успешной конкуренции на рынке трубной продукции, принятия стратегических решений для определения приоритетов своего развития, предприятиям необходимо внедрять инновационные технологии и продукты. Получение и внедрение перспективных технологий может быть осуществлено как на базе собственных разработок (НИР, НИОКР), так и путем покупки уже существующих решений в виде лицензий [1]. Технические решения изобретательского уровня предприятия обычно патентуют, с целью защиты объектов интеллектуальной собственности и получения конкурентных преимуществ на своем рынке деятельности [2].

Для получения необходимых сведений, по базам ФИПС, авторами были проведены патентные исследования выданных в Российской Федерации патентов за период 2006-2025 годы [3]. Исследования проводились по утвержденному регламенту поиска, который включал в себя поиск по определенным группам МПК и ключевым словам. На первом этапе найденные патенты изучались на предмет принадлежности их к объекту исследования и возможности использования для дальнейшего анализа. Отобранные патенты формировались в базу для детального рассмотрения, определения тенденций, динамики патентования, определения значимых подгрупп МПК, выявления основных патентообладателей.

По результатам проведенного исследования документов интеллектуальной собственности в Российском сегменте патентования по винтовой прокатке и прошивке были получены следующие результаты:

1. Определена общая динамика патентования, с разбивкой по годам, количеству поданных заявок и выданных патентов за период с 2006 по 2025 годы;
2. Определены наиболее значимые подгруппы МПК, с наибольшим количеством выданных патентов, в данной области патентования;
3. Определены основные, активные участники-патентообладатели среди российских предприятий (трубных заводов) и научных учреждений, а также иностранные компании составляющие конкуренцию отечественным на рынке Российской Федерации.

Список используемых источников

1. Скорняков, Э. П. Патентные исследования : учебно-методическое пособие / Э. П. Скорняков, М. Э. Горбунова ; Э. П. Скорняков, М. Э. Горбунова. – 3-е изд., перераб. и доп.. – Москва : Патент, 2011. – ISBN 978-5-91808-070-2. – EDN QMНJDH.
2. ГОСТ Р 15.011-2024 «Интеллектуальная собственность. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения» // Право интеллектуальной собственности. – 2024. – № 1(75). – С. 46. – EDN EUPVDU.
3. Сайт ФИПС. Информационно-поисковая система [Электронный ресурс]: <https://www1.fips.ru/iiss/search.xhtml> (дата обращения 03.02.2026).

Фазлетдинова Р.Н. (и.о. инженера-технолога),
Широков А.С. (ведущий инженер)

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ СБОРКИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ООО «МРК» (С ПРИЛОЖЕНИЕМ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА)

Актуальность исследования обусловлена ростом требований к гибкости и скорости переналадки в условиях мелкосерийного и разнономенклатурного производства металлоконструкций. Целью работы является разработка универсальной, быстроразборной, переналаживаемой технологической оснастки для повышения эффективности сборочных операций [1].

В основу решения положен принцип модульной конструкции. Оснастка состоит из набора базовых элементов: силовых рам, комплекта регулируемых по координатным осям упоров с винтовыми зажимами, унифицированных угловых фиксаторов и телескопических распорных стоек. Все соединения предусмотрены на болтах, что обеспечивает возможность оперативной переконфигурации системы под габариты и конфигурацию новой детали или узла. Для ключевых элементов разработана 3D-модель, позволяющая на этапе проектирования оперативно формировать комплектацию оснастки. Это позволит собирать металлоконструкции под широкий спектр изделий — от рамных конструкций до ёмкостного оборудования [2].

Внедрение данной универсальной оснастки обеспечивает значительный технико-экономический эффект:

1. Сокращение времени на проектирование и изготовление специализированной оснастки под каждый заказ на 40–50%.
2. Снижение трудоёмкости сборочных работ на 15–25% за счёт точной фиксации элементов и уменьшения измерительных операций.
3. Повышение коэффициента загрузки сборочных постов на 20–30% благодаря сокращению простоев на организационно-технологическую подготовку.

Прямая экономия достигается за счёт исключения затрат на проектирование и изготовление специализированных оснасток, оценка которых составляет 50–120 тыс. рублей на один проект.

Годовой экономический эффект от внедрения для сборочного участка оценивается за счёт высвобождения производственных площадей, снижения расходов на материалы для одноразовой оснастки и повышения производительности труда.

Список использованных источников

1. Чернышов Г. Г., Козлов, В. Н. Сварочные приспособления и сборка сварных конструкций : учебное пособие для вузов. — Москва: Инфра-М, 2021. — С. 256.
2. Федоров В. А., Шелковников, А. Н. Экономика производства строительных и металлических конструкций : учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2022. — С. 340.

Хомченко А.Х. (инженер-технолог), Широков А.С. (ведущий инженер)

ОБОСНОВАНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ БАЗОВОГО МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦМП ООО «МРК»

Для Цеха машиностроительной продукции (ЦМП) ООО «МРК», специализирующегося на выпуске металлоконструкций и узлов для промышленного оборудования, актуальной проблемой является недостаток собственных мощностей для комплексной механической обработки деталей. Зависимость от поставок обработанных заготовок приводит к росту себестоимости, увеличению производственного цикла и рискам срыва сроков выполнения заказов. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения технологической самостоятельности цеха и расширения его возможностей в рамках стратегии развития предприятия.

Целью работы является технико-экономическое обоснование внедрения базового комплекса оборудования в ЦМП для организации полного цикла механической обработки деталей. Основная задача – создание универсального участка, способного выполнять токарные, фрезерные, сверлильные и долбежные операции для обеспечения потребностей цеха и выполнения сторонних заказов.

Предлагаемое решение заключается в оснащении ЦМП базовым набором станков: токарно-винторезным станком, универсальным вертикально-фрезерным станком, радиально-сверлильным и долбежным станками. Данный комплект позволит выполнять до 90% типовых операций по обработке деталей из конструкционных и нержавеющей сталей, а также цветных металлов, включая изготовление валов, фланцев, корпусных деталей, плит, зубчатых колес, обработку отверстий и пазов. Реализация проекта включает в себя не только поставку и монтаж оборудования, но также разработку и внедрение типовых технологических процессов, адаптированных под номенклатуру ЦМП, и подготовку операторов.

Внедрение собственного участка механообработки позволит получить следующие результаты. Во-первых, снижение себестоимости изготовления деталей на 25-40% за счет оптимизации внутривозвратской логистики. Во-вторых, сокращение общего производственного цикла заказа на 30-50% благодаря исключению времени на внешнее взаимодействие и транспортировку. В-третьих, повышение гибкости и управляемости производства: ЦМП сможет оперативно вносить изменения в конструкцию деталей и выполнять срочные доработки.

Экономический эффект складывается из прямой экономии, увеличения загрузки мощностей цеха за счет привлечения новых заказов на механическую обработку и снижения доли постоянных затрат в себестоимости основной продукции. Таким образом, создание универсального механообрабатывающего участка является стратегическим инвестиционным решением, направленным на укрепление технологической независимости, расширение производственного портфеля и повышение конкурентоспособности ЦМП ООО «МРК» на рынке машиностроительной продукции.

Кузьменков А.О. (инженер-технолог), **Широков А.С.** (ведущий инженер)

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К РАСШИРЕНИЮ НОМЕНКЛАТУРЫ
ООО «МРК» ДЛЯ РАБОТЫ С НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ
ОТРАСЛЮ – РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ЕМКОСТЕЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ
«ЦМП»**

В настоящее время непрерывный рост всех отраслей требует интенсивного развития листовых конструкций, которое должно идти по пути изыскания оптимальных конструктивных форм и размеров, совершенствования методов расчета и разработки передовых методов изготовления и монтажа. Большую роль в экономике Российской Федерации играют нефтегазовая, металлургическая и машиностроительные отрасли. В условиях изменчивой рыночной конъюнктуры, используя мощности ООО МРК ЦМП, предлагается расширить номенклатуру за счет внедрения производства емкостей для нефтеперерабатывающей отрасли, что позволяет диверсифицировать рынки сбыта и снизить зависимость от сезонных или отраслевых колебаний спроса [1].

Одним из ключевых барьеров высокой себестоимости является простой дорогостоящего оборудования. Внедрение смежной номенклатуры позволит выстроить график таким образом, чтобы минимизировать «окна» между проектами. Анализ показывает, что при совмещении заказов разных отраслей средневзвешенная загрузка оборудования возрастает на 20-35%, что существенно снижает долю постоянных затрат в единице продукции. Прямым следствием расширения портфеля заказов является рост прибыли за счет: снижения удельных издержек за амортизацию оборудования; оптимизация закупок сырья; выходы на высокомаржинальные рынки специализированного оборудования [2].

Комплексный подход к расширению номенклатуры изделий – это не только техническая, но и управленческая задача. Синергия между инженерными компетенциями при производстве емкостей и операционным менеджментом позволяет обеспечить стабильный рост предприятия. Дальнейшее развитие видится в автоматизации процессов проектирования и производства, использованием цифровых двойников производства для предиктивного управления загрузкой [2].

Список используемых источников

1. Землянский Д. Ю. Производственная зависимость от импорта в регионах России после 2022 года / Д. Ю. Землянский, В. А. Чуженькова // Журнал Новой экономической ассоциации, Москва. – 2025. – №1. – С. 282 – 290.

2. Туровец О.Г. Организация производства и управление предприятием: учебное пособие / О. Г. Туровец, В. Н. Родионова. – Москва: ИНФРА–М, 2022. – С. 7 – 28.

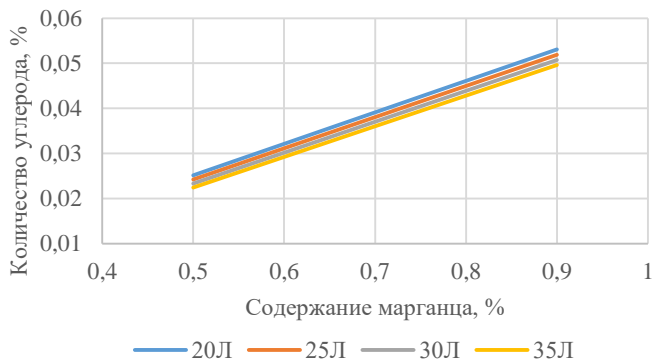
Секция «Современные проблемы сталеплавильного производства»

УДК 691.714.124

Михневич А.С. (студент), Столяров А.М. (AuthorID: 443640)

НАУГЛЕРОЖИВАНИЕ ЛИТЕЙНОЙ СТАЛИ ПРИ РАСКИСЛЕНИИ

В ранее проведенном исследовании была установлена ведущее влияние углерода на механические свойства нелегированной литейной стали разных марок. С ростом содержания углерода увеличиваются предел текучести, временное сопротивление и твердость стали, а относительные удлинение и сужение, ударная вязкость снижаются. Одним из источников поступления углерода в металл является ферромарганец, используемый для раскисления металла. В работе методом математического моделирования произведена оценка степени науглероживания литейной стали марок 20Л, 25Л, 30Л и 35Л при раскислении металла в ковше ферромарганцем марки ФМн78. Исходные данные для моделирования: масса металла в ковше – 25000 кг; содержание марганца в стали всех марок – 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 и 0,9 %; содержание марганца в стали марок 20Л, 25Л, 30Л и 35Л перед раскислением – 0,14; 0,15; 0,16 и 0,17 % соответственно; содержание марганца в ферросплаве – 78 %; угар марганца – 24, 22, 20 и 18 %; содержание углерода в ферросплаве – 6,9 %; усвоение углерода – 60, 61, 62 и 63 %. Результаты расчета количества углерода, перешедшего в металл при раскислении, представлены на рисунке.



Зависимость количества углерода, перешедшего в металл при раскислении литейной стали разных марок, от содержания марганца

При раскислении стали ферромарганцем содержание углерода в металле увеличивается на величину от 0,022 до 0,053 %. Интервал изменения требуемого содержания углерода в данных марках литейной стали составляет 0,09 %. Поэтому, для получения нужного содержания углерода необходимо перед выпуском металла из печи иметь содержание углерода, равное минимальному по стандарту.

Засов Н.Е. (аспирант), **Столяров А.М.** (AuthorID: 443640),
Юдин Д.В. (AuthorID: 1097962)

ЗАЩИТНЫЕ ЭКРАНЫ ДЛЯ КРИСТАЛЛИЗАТОРОВ СЛЯБОВОЙ МНЛЗ

Анализ качества горячекатаных листов из слябов, отлитых на МНЛЗ криволинейного типа, показал, что наибольшее количество отсортированной продукции получено при прокатке из слябов шириной 1030 – 1080 мм, отлитых на комбинированной МНЛЗ №1 ККЦ «ПАО ММК». Основной причиной являлось наличие трещин в периферийной части листов, которые могли образоваться из-за поперечных ребровых трещин на узкой грани сляба. Известно, что такие трещины могут возникать в результате переохлаждения углов заготовки.

При изучении схемы водяного охлаждения под кристаллизатором было установлено, что при отливке слябов шириной 1030 – 1080 мм факелы крайних формунков направлены так, что охлаждению подвергаются не только широкие, но и узкие грани заготовки. Для устранения этого было предложено рассмотреть возможность использования защитных экранов, устанавливаемых в болтовое крепление подушки верхнего торцевого ролика подвесной системы кристаллизатора.

Схема установки экрана показана на рисунке.

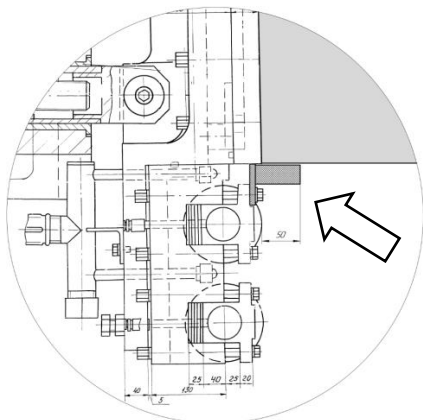


Схема установки защитного экрана в подвесной системе кристаллизатора

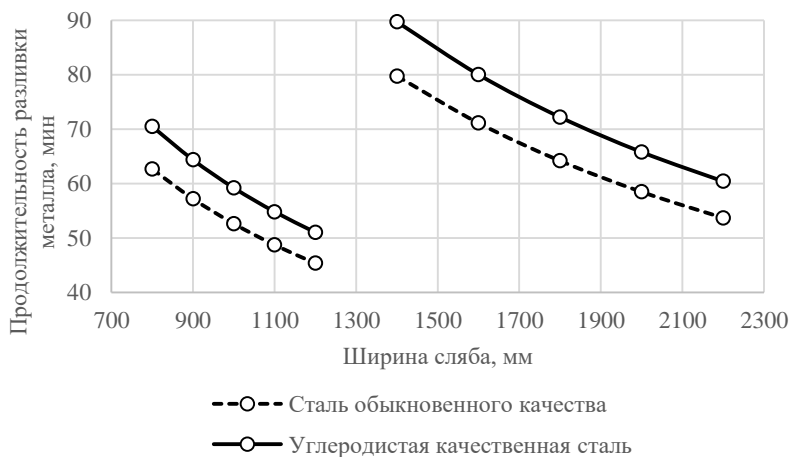
Внедрение экрана позволит защитить угол сляба от жесткого факела на расстоянии около 30 мм от узкой грани. Оценка эффективности применения защитных экранов будет сделана после определенного срока эксплуатации.

Ключников И.А. (студент), Столяров А.М. (AuthorID: 443640)

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ КОМБИНИРОВАННОЙ МНЛЗ ПРИ ОТЛИВКЕ СЛЯБОВ РАЗНОЙ ШИРИНЫ

В работе проведено математическое моделирование процесса отливки слэбов одинаковой толщины 250 мм и разной ширины на комбинированной МНЛЗ из углеродистой стали обыкновенного качества и качественной стали при работе на два и четыре ручья. В четырехручьевом варианте отливались слэбы шириной 800, 900, 1000, 1100 и 1200 мм, а в двухручьевом – шириной 1400, 1600, 1800, 2000 и 2200 мм. Расчетные значения скорости вытягивания заготовок из стали обыкновенного качества изменялись в интервалах: 0,945 – 0,870 м/мин (четыре ручья) и 0,849 – 0,802 м/мин (два ручья). Для слэбов из качественной стали получены диапазоны: 0,840 – 0,773 м/мин (четыре ручья) и 0,754 – 0,713 м/мин (два ручья).

Рассчитаны величины производительности слэбовой МНЛЗ и продолжительности разливки металла одной плавки (рисунок).



Продолжительность разливки углеродистой стали обыкновенного качества и качественной стали одной плавки при отливке слэбов разной ширины

Четырехручьевой вариант разливки (линии на рисунке слева) более предпочтителен, так как позволяет быстрее разливать как сталь обыкновенного качества (45,4 – 62,7 мин), так и углеродистую качественную сталь (51,0 – 70,5 мин) в сравнении с разливкой на два ручья (линии справа): 53,7 – 79,7 мин и 60,4 – 89,7 мин соответственно.

Бигеев В.А. (AuthorID: 274795), Майданкин К.С. (AuthorID: 1329638)

ДЕСУЛЬФУРАЦИЯ ЧУГУНА В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ: МЕХАНИЗМЫ, УПРАВЛЕНИЕ ФАКТОРАМИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Актуальность работы. Высокие требования к содержанию серы в чугуне определяются необходимостью обеспечения высоких механических и технологических свойств готовой стали и литейных изделий. Доменная печь отводит до 90–95 % серы, поступившей с шихтой, поэтому правильное регулирование этого процесса необходимо для снижения расходов на обесцвечивание. Целью работы является комплексная оценка технологического процесса десульфурации чугуна в доменной печи, выявление факторов, определяющих его эффективность, обоснование рациональных режимов комбинированной внутримоленной и внепечной десульфурации. Проанализированы источники серы (65–90% от кокса), кинетика процессов ее взаимодействия в различных температурных интервалах и термодинамических условиях. Основная десульфурация протекает в горне. Количественную оценку интенсивности процесса дает коэффициент распределения серы L_s , который зависит от температуры в горне, основности шлака (оптимально 1,0–1,2), его вязкости (регулируется введением MgO) и выхода шлака [1]. Методологической основой работы стало обоснование двухступенчатой системы очистки чугуна. Первая ступень (доменная печь) обеспечивает базовую десульфурацию (85–95% от общего количества серы) при оптимальных (умеренно основном) условиях шлакоотделения. Глубокая очистка до экстремально низких концентраций серы (< 0,010%) смещена в внепечные агрегаты (вдув порошкообразного магнезия, силикокальция и др.). Это обеспечивает комплексное улучшение технико-экономических параметров технологического процесса, повышает гибкость производства и стабильность качества выпускаемого чугуна [1–3].

Список используемых источников

1. Технология глубокой внепечной десульфурации чугуна на ОАО «Северсталь»: отчёт о НИР / В. Г. Смирнов, П. Д. Орлов [и др.]. — Череповец: ОАО «Северсталь», 2022. — 45 с. — EDN JKLMNO.
2. Эффективность использования флюидизированной извести для десульфурации чугуна в 300-т заливочных ковшах / А. М. Зборщик, С. В. Куберский, Г. Я. Довгалюк [и др.] // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. — 2011. — № 3. — С. 20–23. — EDN QCFGJ.
3. Применение флюидизированной извести центробежно-ударного измельчения для ковшевой десульфурации металла / А. В. Артамонов, М. С. Гаркави, Е. В. Колодежная [и др.] // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. — 2016. — № 11(1403). — С. 49–52.

Исаев М.К. (AuthorID: 1176631), **Манашев И.Р.** (AuthorID: 492817)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ И МОДИФИЦИРОВАНИЯ СТАЛИ НОВЫМИ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ

Одним из ключевых показателей качества стали является содержание неметаллических включений (НВ). Включения, остающиеся в готовом продукте, оказывают существенное влияние на его свойства и могут приводить к ухудшению качества стали. На механические характеристики значительное воздействие оказывают объемная доля, размер, распределение, химический состав и морфология неметаллических включений, которые могут выступать в качестве концентраторов напряжений. Известно, что наличие НВ снижает усталостную прочность, пластичность и ударную вязкость стали, особенно в высокопрочных марках и сплавах с ограниченной деформируемостью.

Рафинирование стали от неметаллических включений при внепечной обработке во многих случаях осложняется ограниченным временем обработки и технологическими особенностями конкретных производств. Повышенная загрязненность стали неметаллическими включениями способствует зарастанию огнеупорных элементов сталепроводящего тракта, что негативно сказывается на стабильности процесса разливки и качестве непрерывнолитой заготовки.

В настоящее время кальций вводится в сталь преимущественно в виде порошковой проволоки с кальцийсодержащим наполнителем, таким как металлический кальций (в виде прутка или гранул), а также силикокальций марок СК-30 и СК-40. На каждом металлургическом предприятии применяется собственная технология ввода кальция, обусловленная особенностями сортамента, режимами обработки и экономическими факторами.

В НТПФ «Эталон» с активным участием сотрудников кафедры металлургии и химических технологий разработан и получен новый материал-модификатор СК-60. Получено положительное решение о выдаче патента. СК-60 будет использован в качестве наполнителя порошковой проволоки.

Сычков А.Б. (AuthorID: 644171), **Бигеев В.А.** (AuthorID: 274795),
Зайцев Г.С. (аспирант)

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ПАО «ММК»

На стыке XX и XXI веков и по настоящее время наблюдается интенсивное развитие черной металлургии, выраженное в совершенствовании технологии и оборудования для повышения качества стали [1]. Значительные успехи были достигнуты на ПАО Магнитогорском металлургическом комбинате (ММК) относительно высокоуглеродистых сталей.

С учетом того, что высокоуглеродистая сталь производится для дальнейшего передела в круглый прокат и катанку, на ММК установлены 2 дуговых сталеплавильных печи (ДСП) емкостью по 180 т с печным трансформатором мощностью по 150 МВА с производительностью порядка 1,5 млн. т/год. Положительной особенностью сталеплавильных агрегатов на ММК является наличие в электросталеплавильном цехе (ЭСПЦ) двухванного сталеплавильного агрегата (ДСА 32(29)) – это преобразованная из двухвальной 900-ти тонной мартеновской печи сталеплавильная печь емкостью 180 тонн, в которой сейчас производится наиболее качественный сортамент стали с использованием жидкого чугуна [2]. На ММК из установок ковшевой обработки имеется только установка печь-ковш (УПК). Желательна установка вакууматора в ЭСПЦ ММК, так как вакуумирование обеспечивает вакуумное раскисление стали, удаление неметаллических включений (НВ), максимальный эффект пластификации стали.

Машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) на ММК это две 5-ти ручьевые МНЛЗ для разливки НЛЗ сечением 150x150 и 152x170 мм со скоростью до 3,5 м/мин. МНЛЗ снабжены системами ЭМП, автоматической поддержки уровня качания кристаллизаторов, системами защиты струи от вторичного окисления. Разработанная технология производства стали, НЛЗ обеспечивает получение стали с узким разбросом элементов, низкой загрязненностью неметаллическими включениями (НВ), снижением микрофизической дендритной ликвиации, бездефектной НЛЗ, что обуславливает получение качественного проката с требуемой структурой сорбитообразного перлита и высокую технологичность его переработки на последующем метизном переделе [2].

Список используемых источников

1. Парусов, В.В. Теоретические и технологические основы производства высокоэффективных видов катанки/В.В. Парусов, А.Б. Сычков, Э.В. Парусов// – Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2012. – 376 с. – EDN SBOPON.
2. Семенов, П.С. Особенности технологии выплавки стали в 180-тонных дуговых сталеплавильных печах электросталеплавильного цеха ПАО «ММК»/П.С. Семенов, Б.А. Сарычев, А.Р. Хамидуллин, Ф.Г. Березовой// – Черные металлы. 2022. № 1. С. 4-6. – EDN UQNYMB.

Масальский Л.С. (AuthorID: 1175261), **Масальская А.С.** (AuthorID: 1281980),
Масальский С.С. (AuthorID: 379170)

ПРИМЕНЕНИЕ БРИКЕТОВ КОНЦЕНТРАТА МОЛИБДЕНА ДЛЯ ПРЯМОГО ЛЕГИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА В КОНВЕРТЕРЕ

Для придания стали ряда специальных свойств в нее вводят молибден в виде кускового ферросплава - ферромолибдена. Ферромолибден является очень удобным для транспортировки материалом, обеспечивает высокую технологичность при его вводе в металл и характеризуются достаточно стабильным усвоением, что определяет его повсеместное использование [1]. Так как ферросплав не чистый металл, а сплав железа с полезным компонентом, то при его использовании в металл вводится и посторонние примеси. Получение же высокой концентрации молибдена в ферросплаве и соответственно производство «чистого» ферросплава в условиях ухудшения качества исходного сырья затруднено. Вследствие этого ферромолибден высокого качества представляет собой очень дорогой материал, и его использование увеличивает себестоимость стали, и как следствие, снижает ее конкурентоспособность [1]. В целях снижения себестоимости стали легированной молибденом применяют различные молибденсодержащие материалы. Так в ККЦ на участке выплавки стали, в качестве материала для легирования металла молибденом применялся экспериментальный брикет из концентрата молибденсодержащего БКМ со средним содержанием в пересчете на чистый элемент около 50- 60% . Технология легирования молибденом с применением брикета концентрата молибденсодержащего БКМ заключалась в следующем: брикет БКМ в бигбеге в расчетном количестве по нижнему марочному пределу загружался виловым погрузчиком в пустой совок и отдавался в конвертер перед началом продувки после заливки жидкого чугуна. Для исключения влияния повышенного фонового содержания молибдена в металлическом ломе на опытных плавках применялся лом углеродистых марок стали.

Проведены опытные плавки разных марок стали S700MC, 20ГЮТ, НСТ780Х с легированием металла брикетом концентратом молибденсодержащего БКМ. В качестве сравнительных плавков были выбраны плавки аналогичного сортамента, выплавленные в тот же период времени с использованием в качестве лигатуры кускового ферромолибдена Среднее усвоение молибдена на опытных плавках составило 92,3 %. Снижение усвоение объясняется различным содержанием молибдена в опытных брикетах БКМ.

В настоящем докладе решалась задача определения параметров перехода молибдена из оксидных соединений, без их затратной предварительной подготовки, в металлический расплав в различных условиях ведения конвертерной плавки.

Список используемых источников

1. Прямое легирование молибденом в конвертере / С. С. Масальский, Л. С. Масальский // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы докладов 81-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 17–21 апреля 2023 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2023. – С. 109.

Масальский Л.С. (AuthorID: 1175261), **Масальский С.С.** (AuthorID: 379170),
Масальская А.С. (AuthorID: 1281980)

РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА СИСТЕМЫ КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКИ

Совершенствование металлургических процессов является приоритетным в развитии современной металлургии. Однако проведение экспериментов непосредственно на работающих агрегатах затруднительно. Доступной альтернативой представляется технология разработки «цифровых двойников». С использованием цифровых двойников возможно определение параметров работы любых металлургических высокотемпературных агрегатов [1].

На сегодняшний день на ПАО «ММК» в связи с запуском в эксплуатацию конвертеров комбинированной продувки фирма поставщик оборудования предоставил математическую модель управления конвертерной плавкой на основе нейросетевой логики. Технология выплавки стали в конвертере выбирается из расширенной базы паспортов выплавки металла, управляющей частью является расход чугуна и его химический состав. Расширенная база паспортов плавов включает все паспорта за прошедшие годы работы кислородного конвертера в режиме верхней продувки металла. За прошедшее время несколько раз менялась стойкость и геометрия полости конвертера, применяемые огнеупорные материалы, варианты шихтовки плавки, применяемы сыпучие материалы, и т.д., что ставит предлагаемый метод определения технологии выплавки в проигрышное положение. Такой метод, основанный на статистических данных, из сформированной базы паспортов плавов привел к получению результата, не подтвержденного практически в процессе выплавки металла. Предлагаемая модель не обеспечивает даже определение параметров отдельных элементов технологии, таких как расход сыпучих, кислорода, раскислителей и т.д.

Проект программного решения для цифровой модели предлагается реализовать на основе расчета конвертерной плавки с влиянием управляющих воздействий, таких как расходы чугуна, лома, кислорода сверху, газа (азот+аргон) снизу, положение фурмы, время и количество отданных шлакообразующих материалов, количество раскислителей и определения массы получаемого металла и шлака.

На сегодняшний день в рамках разработки цифрового двойника определен состав будущего программного обеспечения, подходящий инструментарий, начата активная реализация определения параметров, проводится тестирование с задействованием специалистов соответствующего технологического профиля.

Список используемых источников

1. Логунова, О. С. Инструменты визуализации для создания цифровой модели машины непрерывного литья заготовок / О. С. Логунова, С. С. Масальский, Л. С. Масальский // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: Сборник докладов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных с международным участием, Екатеринбург, 16–17 мая 2024 года. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2024. – С. 183-186.

Потапова М.В. (AuthorID: 680509), **Юдин Д.В.** (AuthorID: 1097962),
Майданкин К.С. (AuthorID: 1329638), **Посохин М.А.** (студент),
Эпова И.А. (AuthorID: 1318583), **Кургузов К.В.** (AuthorID: 1306471),
Глушеч А.А. (студент)

ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ МАРКИ 40ХСНМ С ПРИМЕНЕНИЕМ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ ФЕРРОСПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ КОМПЛЕКСНОГО СЫРЬЯ

Сталь 40ХСНМ применяется в таких областях как авиастроение, энергетика, нефтегазовое оборудование, тяжелое машиностроение для производства осей винтов, деталей шасси, валов турбин, штоков насосов, зубчатых колес и т.д., обладает высокой прочностью, хорошей вязкостью и износостойкостью, высокой прокаливаемостью и стойкостью к отпускной хрупкости. Сталь имеет следующий химический состав (%): С - 0,36-0,44, Cr - 0,45-0,75, Si - 0,5-0,8, Mn - 0,3-0,6, Ni - 1,0-1,4, Mo - 0,5-0,7, S н/б 0,003, P н/б 0,010, Cu н/б 0,2, Al - 0,02-0,05.

В конвертерном цехе ПАО «ММК» при выплавке стали 40ХСНМ в завалку подается дорогой металлический никель. В рамках данной работы рассматривалась возможность замены металлического никеля на товарный ферроникель, полученный из комплексной руды с целью снижения себестоимости низколегированной стали. Был выполнен расчет шихтовки для выплавки стали 40ХСНМ при полной замене лома на ферроникель ФН-5 с содержанием никеля в ферросплаве 4-6 %. По полученным результатам была построена зависимость содержания никеля в готовой стали от содержания никеля в ферроникеле (рисунок).

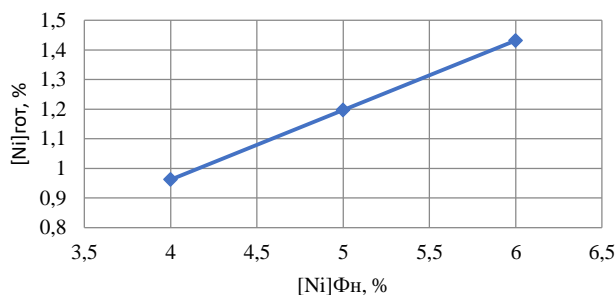


Рис. 1. Зависимость содержания никеля в готовой стали от содержания никеля в ферроникеле

Полученные результаты показывают возможность полной замены металлического лома на ферроникель марки ФН-5 с отказом от использования в технологии металлического никеля для выплавки стали 40ХСНМ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России (проект FZRU-2026-0003).

Нургалин А.Г. (студент), **Потапова М.В.** (AuthorID: 680509),
Юдин Д.В. (AuthorID: 1097962), **Потапов И.М.** (AuthorID: 1234097),
Посохин М.А. (студент)

РАСЧЕТ КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ШИХТОВЫХ УСЛОВИЙ

За последние десятилетия в доля лома в металлошихте сталеплавильных процессов неуклонно снижается [1, 2]. Так в ККЦ ПАО «ММК» доля чугуна в металлошихте варьируется от 75 до 87 % (в среднем 79,5 %). Здесь с увеличенной долей чугуна (до 100 %), как правило, выплавляются стали повышенного качества: трубные для магистральных газопроводов, судостроительные, автокузовные и т.д. При увеличении доли чугуна возрастает удельный приход физического и химического тепла в процесс. Это заставляет металлургов применять альтернативные лому охладители ванны: агломерат, железорудные окатыши, окалину и т.п. В связи с этим задача количественно оценить материальный и тепловой баланс такой конвертерной плавки становится особенно важной. В работе была выполнена оценка изменения основных статей материального и теплового балансов при обычном расходе лома 22 % и чугуна 78 %, а так же при расходе чугуна 100 % и использовании в качестве охладителя агломерата. Расход агломерата определялся методом итерации по уравниванию статей прихода и расхода теплового баланса и составил 10,4 кг на 100 кг чугуна для условий ККЦ ПАО «ММК»). При первом варианте шихтовки на 100 кг металлошихты расход дутья составил 6,907 кг, извести - 6,585 кг, выход шлака - 13,036 кг, содержание фосфора в полупродукте - 0,012 %, выход годного металла - 91%, при втором варианте - расход дутья 6,633 кг, извести - 8,691 кг, выход шлака - 18,748 кг, содержание фосфора в полупродукте - 0,015 %, выход годного металла - 93,92 %. Замена металлического лома на агломерат в качестве охладителя конвертерной плавки позволяет получить стальной полупродукт прогнозируемого химического состава с очень низким содержанием примесей цветных металлом и повысить выход годного на 2-3 %.

Список используемых источников

1. Опыт выплавки стали в сверхмощной дуговой печи с повышенным расходом твердого чугуна / Бигеев В.А., Валиахметов А.Х., Йснер Б., Федянин А.Н. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1 (45). С. 15-18.
2. Григорович К.В. Настоящее и будущее технологий производства сталей XXI века // Сборник тезисов докладов сателлитной конференции XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии V Международной конференции школы по химической технологии. М., 2016. С. 45-47.

Кошкарров А. (аспирант), Бигеев В.А. (AuthorID: 274795)

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОДЕРЖАНИЕ КИСЛОРОДА В ЖИДКОЙ СТАЛИ ПРИ КОВШЕВОЙ ОБРАБОТКЕ

Содержание кислорода в расплавленном металле изменяется по ходу ковшевой обработки стали [1-4].

В работе был выполнен расчет количества растворенного кислорода, необходимого для окисления углерода, который содержится в менее прочных связях.

Для сравнения расчетов по формуле была составлена таблица где отражен расход растворенного кислорода в металле.

Изменение растворенного кислорода в металле при его вакуумном обезуглероживании

$\Delta[C]$, %	$\Delta[O]_{\text{расч.}}$, %	$\Delta[O]$, %
0,02763	0,0368	0,0366
0,02272	0,0303	0,0413
0,01506	0,0201	0,0338
0,01798	0,0240	0,0349
0,02685	0,0358	0,0363

Остаточная окисленность металла, которая определяют при помощи контрольно-измерительных приборов, показывает содержание кислорода, который связан и образует оксидные соединения, преимущественно с Mn и P.

По результатам проведенного расчета наблюдалась совпадение значений требуемого кислорода для проведения обезуглероживания металла ($\Delta[O]_{\text{расч.}}$) со значениями изменения кислорода в опытных плавках ($\Delta[O]$), либо были ниже значений $\Delta[O]$. В случае, когда $\Delta[O]_{\text{расч.}}$ меньше $\Delta[O]$ можно предположить, что кислород с транспортирующим газом не поступал.

Список используемых источников

1. Щеголев Н.А., Лукьянов А.В. Особенности и преимущества ковшевого вакуумирования стали по технологии VDF/VODF // Металлург.-2009.-1.-С.50-52.
2. Кудрин В.А. Внепечная обработка чугуна и стали. – М.: Металлургия, 1992. – 336 с.
3. Соколов Г.А. Внепечное рафинирование стали. – М.: Металлургия, 1977. – 206 с.
4. Внепечная обработка стали / Поволоцкий Д.Я., Кудрин В.А., Вишкарев А.Ф. // Учебник для вузов. – М.: МИСИС, 1995. – 256 с.

ПОЛУНЕПРЕРЫВНОЕ ЛИТЬЕ ПОЛЫХ СЛИТКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛЫХ ПОКОВОК

Производство полых поковок из сплошных слитков связано с большими энерго- и трудозатратами и отходами металла при последующей обработке. Максимальный выход годного поковок не превышает 70 %.

Использование полых слитков для производства полых поковок позволяет сократить количество технологических операций, снизить трудоемкость, энергозатраты и отходы металла при ковке, а также повысить культуру производства [1].

Полые слитки с наружным и внутренним диаметром 500 и 230 мм соответственно, длиной 2,0-2,2 м отливали на машине полунепрерывного литья. Расплавы из сталеразливочного ковша подводили в кольцевой зазор между кристаллизатором и водоохлаждаемым дорном с помощью разливочной чаши с четырьмя подводными каналами по периметру кристаллизатора. Перед началом заполнения кристаллизатора на дорн устанавливали металлическую обечайку для исключения зависания слитка из-за термической усадки. Перед началом вытягивания слитка включали механизм качания кристаллизатора. Внутреннюю поверхность слитка охлаждали водой, распыляемой через форсунки над дорном. Скорость вытягивания слитка составляла 0,08-0,12 м/мин, расход шлакообразующей теплоизолирующей смеси 1,5-1,8 кг/т стали.

Качество отлитых полых слитков оценивали по геометрическим размерам, наличию поверхностных дефектов, макроструктуре, содержанию и распределению неметаллических включений и газов, химической однородности и плотности [2].

Поверхность слитков – без видимых дефектов. Макроструктура слитков – плотная. Протяженность усадочной раковины составила 120-160 мм. Химический состав по высоте и сечению слитков однороден. Плотность металла в среднем составляет 7,76-7,77 г/см³. Оксиды и сульфиды в краевых зонах распределены равномерно, их содержание составляет 0,0050-0,0055 и 0,035-0,040% объемных соответственно. Содержание кислорода и азота в среднем составляет 0,0024-0,0028 и 0,0087-0,0095 соответственно, распределение по высоте и сечению слитка – равномерное.

Полые слитки разрезали на заготовки высотой 140 мм. При уковке 1,5 поковки удовлетворяют предъявляемым требованиям. Выход годного поковок возрастает на 15-18%.

Список используемых источников

1 Бровман, М. Я. Непрерывная разливка металлов / М. Я. Бровман ; М. Я. Бровман. – Москва : ЭКОМЕТ, 2007. – 482 с. – ISBN 5-89594-132-X. – EDN QNBOVJ.

2. Аникеев, В.В. Технология полунепрерывного литья полых стальных заготовок переменного сечения/ Труды XV Международного съезда литейщиков. М.: Российская ассоциация литейщиков, 2021. С. 314-317.

ПОЛУНЕПРЕРЫВНОЕ ЛИТЬЕ СЛИТКОВ С ВРАЩЕНИЕМ КРИСТАЛЛИЗАТОРА

Основным узлом МПНЛЗ для отливки слитков с вращением является кристаллизатор, установленный на роликах и приводимый во вращение от электродвигателя через редуктор и зубчатую пару. Подвод воды к кристаллизатору осуществляется через коллектор. На кронштейн механизма перемещения слитка устанавливается «плавающая» затравка, обладающая подвижностью в любом направлении в горизонтальной плоскости и позволяющая вращаться отливаемому слитку [1,2].

С вращением кристаллизатора отливали слитки диаметром 500 мм из стали марки 45. Металл в кристаллизатор подвели под уровень через воронку с удлиненным графитошамотным стаканом, расположенным по оси кристаллизатора. Вращать кристаллизатор начинали после его заполнения на высоту 200-300 мм с тем, чтобы исключить возможность прорыва жидкого металла при выходе затравки из кристаллизатора. Вращали кристаллизатор и слиток со скоростью 35 ± 5 об/мин, которую набирали плавно на первых 300-500 мм длины отливаемого слитка. Скорость вытягивания слитка составляла 0,16-0,20 м/мин. Первую порцию теплоизолирующей смеси в количестве 0,7-1,0 кг присаживали в кристаллизатор перед началом его вращения. В дальнейшем смесь присаживали с расходом 0,8-1,1 кг/т. Вращение продолжали до полного затвердевания слитка. Электрошлаковый обогрев головной части слитка, как при обычной разливке в стационарный кристаллизатор, не проводили.

Исследование качества отлитых слитков показало, что слитки имеют правильный профиль с овальностью не более 0,4%, изгиб слитков отсутствует. На поверхности слитков дефектов не наблюдалось. Макроструктура достаточно плотная. Протяженность усадочной раковины, как и при отливке слитков в стационарный кристаллизатор с электрошлаковым обогревом, составляет 300-350 мм. Химический состав по высоте и сечению слитков однороден. Неметаллические включения (оксиды, сульфиды) и газы (кислород, азот) равномерно распределены по высоте и сечению слитков.

Следует также отметить, что исключение электрошлакового обогрева головной части слитков снижает энергозатраты при их производстве и улучшает санитарно-гигиенические условия разливки, уменьшает выделение пыли и вредных газов в окружающее пространство.

Список используемых источников

1. Бровман, М. Я. Непрерывная разливка металлов / М. Я. Бровман ; М. Я. Бровман. – Москва : ЭКОМЕТ, 2007. – 482 с. – ISBN 5-89594-132-X. – EDN QNBOVJ.
2. Аникеев, В.В. Новые технологические процессы при полунепрерывном литье слитков большого сечения/ Труды XV Международного съезда литейщиков. М.: Российская ассоциация литейщиков, 2021. С. 310-313.

Секция «Строительные материалы и изделия»

УДК 669.1 + 691.5 + 628.47

Шишкин И.В. (AuthorID: 148380),

Шишкин В.И. (вед. специалист ООО «ТЗВП»)

ВОЗМОЖНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В ТЕХНОЛОГИИ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Чёрная металлургия — один из крупнейших источников промышленных отходов: на каждую тонну чугуна образуется 0,5–0,6 т доменных шлаков, а общий объём накопленных отходов исчисляется сотнями миллионов тонн. Их складирование занимает значительные земельные площади; создаёт экологическую нагрузку; влечёт экономические потери из-за неиспользования ценного вторичного сырья. Использование отходов чёрной металлургии для производства вяжущих веществ позволяет снизить себестоимость строительных материалов на 10–30%; сократить потребность в природном сырье; создавать материалы с регулируемыми свойствами. Например, доменные шлаки служат основой для сульфатно-шлаковых вяжущих (совместный помол с сульфатными активаторами - гипсом, ангидритом) и используются в гипсо-цементно-шлаковых композициях. Они активируются щелочами, известью или гипсом для проявления вяжущих свойств.

Использование вяжущих на основе отходов чёрной металлургии дает ряд преимуществ:

- снижение себестоимости вяжущих на 20–40% за счёт замены клинкера шлаком;
- сокращение энергозатрат на производство (на 30–40% меньше, чем для порландцемента);
- уменьшение затрат на утилизацию отходов (ликвидация отвалов, снижение платы за землю);
- высокая прочность (классы В15–В40 для бетонов на основе вяжущих);
- регулируемые сроки схватывания (от 30 мин до 6 ч);
- повышенная коррозионная стойкость в агрессивных средах;
- низкое тепловыделение при твердении (актуально для массивных конструкций);
- сокращение добычи природного сырья;
- уменьшение выбросов CO₂; универсальность применения (бетоны, растворы, сухие смеси, изделия автоклавного твердения, теплоизоляционные материалы; совместимость с химическими добавками (пластификаторы, ускорители).

Перспективные направления развития: совершенствование технологий активации шлаков; разработка стандартов для новых видов вяжущих; расширение кооперации между металлургическими и строительными предприятиями; внедрение безотходных производств (например, использование всех фракций шлаков).

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ШЛАКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ШТУКАТУРНЫХ СМЕСЕЙ

Дефицит и высокая стоимость традиционных легких заполнителей стимулируют поиск новых, доступных материалов с высокими теплофизическими характеристиками. Гранулированный шлак (отход металлургии), обладающий развитой пористой поверхностью и низкой насыпной плотностью, рассматривается как перспективный компонент для сухих строительных смесей.

В работе исследовались штукатурные растворы с различным процентным содержанием шлака (от 30% до 70% от объема заполнителя). Определялись коэффициенты теплопроводности, паропроницаемости, прочностные характеристики и морозостойкость. Изучены фракционированные гранулированные шлаки. Проведен сравнительный анализ свойств штукатурных составов на основе шлака и традиционных заполнителей (перлит, вермикулит). Оценивались: теплопроводность, средняя плотность, прочность при сжатии и адгезия. Выявлено, что введение шлака не только снижает среднюю плотность материала (до 900–1100 кг/м³), но и способствует повышению адгезионной прочности. Это объясняется тем, что тонкодисперсные фракции шлака (менее 16 мкм) обладают гидравлической активностью и могут выступать в роли компонента бесклинкерного вяжущего, как показано в исследованиях [1].

Установлено, что пористая структура зерен шлака и его оптимальная фракция (например, 2–4 мм) обеспечивают формирование равномерной микропористой структуры штукатурного камня, что является ключевым фактором снижения теплопроводности [2].

Применение гранулированного шлака в теплоизоляционных штукатурных смесях может стать экономически целесообразным и технологически эффективным, что позволяет частично решить проблему утилизации отходов металлургии и снизить нагрузку на окружающую среду. Применение шлаков позволяет снизить себестоимость теплоизоляционной штукатурки (по сравнению с импортными аналогами) при сохранении требуемых эксплуатационных свойств.

Список используемых источников

1. Obtaining and investigation of a finely dispersed fraction of granulated blast-furnace slags for use as components of clinker-free binders / В. В. Khaidarov, D. S. Suvorov, D. V. Lysov [et al.] // Новые огнеупоры. – 2021. – No. 6. – P. 56-63. – DOI 10.17073/1683-4518-2021-6-56-63. – EDN HYWNFU.

2. Гипсовые модифицированные композиции с использованием активированного базальтового наполнителя / В. Б. Петропавловская, М. Ю. Завадько, Т. Б. Новиченкова [и др.] // Строительные материалы. – 2020. – № 7. – С. 10-17. – DOI 10.31659/0585-430X-2020-782-7-10-17. – EDN EYPOHV.

Работа выполнена под научным руководством доц. канд. техн. наук Хамидулиной Д.Д. (AuthorID: 291155).

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО БЕЛОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С ДОБАВКАМИ

Белый портландцемент является востребованным строительным материалом благодаря своим декоративным свойствам и способности создавать архитектурные композиции высокого качества. Использование специальных добавок позволяет повысить физико-механические характеристики цемента, снизить энергозатраты и уменьшить экологическое воздействие производства.

Целью исследования является разработка оптимальной рецептуры и технологии производства высококачественного белого портландцемента с применением эффективных минеральных и органических добавок.

В качестве добавок при помолке цемента в исследовании использовались: известняк, шамот (продукт обжига каолина), белая сажа, светлый доменный шлак.

При увеличении содержания известняка в цементе наблюдается снижение прочности образцов, повышение белизны и показателя желтизны. Максимальная доля известняка, сохраняющая активность, соответствующую марке 500, составила 26%, однако, согласно ГОСТ 965, для марки цемента ПЩБ-500-1-Д20 предельное содержание добавок-наполнителей ограничено 10%. При содержании известняка 10%: прочность снизилась на 7% спустя 28 суток и на 11% спустя 2 суток относительно контрольного образца без добавки. Белизна возросла незначительно с 93,0 до 93,5 %, желтизна с 3,16 до 3,46 %.

Испытания показали, что замена части цемента не спёкшимся шамотом (до 10%) не влияет отрицательно на прочность цементного камня. Использование спекшегося шамота снижает прочность цементного камня: замена 10% цемента спечённым шамотом уменьшает прочность примерно на 13%, а увеличение доли спечённого шамота до 15% вызывает снижение прочности порядка 15%.

При введении белой сажи оптимальным получилось значение до 3% добавки, обеспечивающее баланс прочности и экономичности. Дальнейшее увеличение количества добавки (5-7%) существенно ухудшает механические свойства цементного камня, особенно заметно уменьшение прочности при сжатии и изгибе как в ранние сроки твердения (2 суток), так и в поздние (28 суток).

Введение доменного шлака в количестве 10% представляется оптимальным вариантом для улучшения прочности и сохранения высоких декоративных качеств белого портландцемента. Образцы с большим количеством шлака (20%) имели наименьшую прочность на всех этапах твердения и приобрели зеленый оттенок после термообработки (тепло-влажностная обработка). Это свидетельствует о возможных изменениях химической активности цемента вследствие повышенной доли примесей.

Полученные образцы цемента демонстрируют высокие значения прочности на сжатие и изгиб, отличные декоративные свойства и повышенную стойкость к воздействию агрессивных сред.

Применение предложенных методов и разработок способствует значительному улучшению качества белого портландцемента и расширению возможностей его применения в строительстве объектов различного назначения.

Работа выполнена под научным руководством доц. канд. техн. наук Хамидулиной Д.Д. (AuthorID: 733262).

Соколовский П.Л. (аспирант)

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПНЕВМОПЕРЕМЕШИВАНИЯ В ШЛАМОВЫХ БАССЕЙНАХ

Проблема образования осадка шлама при производстве цемента мокрым способом давно стоит на многих предприятиях цементной промышленности. Образование осадка клинкерного шлама в вертикальных шламовых бассейнах частично решается увеличением проходного сечения конуса бассейна и запорной арматуры. В данном случае при открывании задвижки на слив в горизонтальный бассейн, скорость протока шлама через запорную арматуру увеличивается, а время слива бассейна сокращается, что препятствует образованию осадка в вертикальных шламовых бассейнах. Этот метод не позволяет решить проблему образования осадка в горизонтальном бассейне [1].

В работе предложена эффективная система пневмоперемешивания в вертикальных шламовых бассейнах и в горизонтальном шламовом бассейне. Определена эффективность реконструкции системы пневмоперемешивания в вертикальном шламовом бассейне и горизонтальном шламовом бассейне. Проведена оценка экономической эффективности предложенного способа. Для более эффективного перемешивания шламов различного типа, а также для уменьшения образования осадка шламов, внесены изменения в конструкцию пневмоперемешивания вертикальных шламовых бассейнов и горизонтального шламового бассейна.

Внесение изменений в систему пневмоперемешивания в вертикальных шламовых бассейнах позволило снизить объём образования осадка шлама в два раза. Снизить затраты на очистку и утилизацию осадка, а также снизить затраты на ремонт и материалы. Данные указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение затрат при реконструкции

Параметр	2022 г.	2023 г.	Отклонение
Образование осадка шлама, м ³ /год	598	272	-326
Услуги по очистке бассейнов (при стоимости очистки 2944 руб./м ³ .) руб.	1 718 786	800 768	-918 018
Услуги по ремонту бассейнов, руб.	1 362 104	421 100	-941 004
Затраты на материалы, руб.	2 230 328	926 856	-1 303 472
Итого:			-3 204 220

Список используемых источников

1. Реконструкция систем пневмоперемешивания шламовых бассейнов / Д. Д. Хамидулина, С. А. Некрасова, К. М. Воронин, П. Л. Соколовский // Современные достижения университетских научных школ: Сборник докладов национальной научной школы-конференции, Магнитогорск, 25–26 ноября 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 78-84. – EDN IRTVVF.

Работа выполнена под научным руководством доц. канд. техн. наук Хамидулиной Д.Д. (AuthorID: 733262).

Хамидулина Д.Д. (AuthorID: 733262), Некрасова С.А. (AuthorID: 675582),
Рыскина Е.С. (AuthorID: 691121)

ПОЛУЧЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ГИПСА НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Гипс – широко используемый строительный материал с ценными свойствами: лёгкостью обработки, огнестойкостью, хорошими теплоизоляционными характеристиками. Традиционно его получают из природного сырья, однако перспективным направлением является использование вторичных ресурсов, в т.ч. на металлургических предприятиях.

Актуальность получения вторичного гипса обусловлена рядом факторов:

Экологические проблемы: накопление отходов на металлургических производствах создаёт нагрузку на окружающую среду. Переработка отходов снижает объёмы складирования и загрязнения.

Дефицит природных ресурсов: запасы природного гипсового камня не безграничны; вовлечение вторичных материалов позволяет экономить сырьё.

Экономическая выгода: использование отходов в качестве сырья снижает затраты на закупку и транспортировку природного гипса, а также расходы на утилизацию отходов.

Снижение углеродного следа: производство из вторичного сырья обычно требует меньше энергии, чем из первичного, что сокращает выбросы CO_2 .

Вторичный гипс, полученный на металлургических предприятиях, может быть использован в различных сферах: 1. Строительство: производство гипсокартонных листов, гипсовых блоков, плит и смесей для внутренней отделки.

2. Сельское хозяйство: мелиорация кислых почв (гипсование) для улучшения их агрохимических свойств. 3. Химическая промышленность: как сырьё для получения серной кислоты и сульфата аммония. 4. Производство цемента: в качестве добавки-регулятора сроков схватывания. 5. Дорожное строительство: стабилизация грунтов и производство композиционных материалов.

Источниками вторичного гипса на металлургических предприятиях являются:

1) осадки от очистки сточных вод газоочистных установок (например, при десульфуризации дымовых газов);

2) отходы нейтрализации сернокислых растворов травильных отделений;

3) шламы, образующиеся при обработке металлических поверхностей.

Получение вторичного гипса на металлургических предприятиях — перспективное направление, отвечающее принципам устойчивого развития и ресурсосбережения. Внедрение соответствующих технологий позволяет:

- снизить экологическую нагрузку за счёт утилизации промышленных отходов;

- сократить потребление природного сырья;

- получить экономически выгодный строительный материал;

- расширить сырьевую базу для строительной и других отраслей.

Развитие методов переработки и повышение качества вторичного гипса открывают новые возможности для его широкого внедрения в промышленное производство.

ПОДБОР СОСТАВА НАБИВНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ФУТЕРОВКИ ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧЕЙ

Футеровка индукционных печей — ключевой элемент их конструкции, обеспечивающий защиту корпуса от высоких температур и агрессивного воздействия расплавов. Набивные огнеупорные смеси формируют монолитную футеровочную оболочку, от свойств которой зависят эффективность, безопасность и срок службы оборудования. Правильный подбор состава смеси — сложная задача, требующая учёта множества факторов: рабочей температуры, химического состава расплава, режима эксплуатации печи.

Актуальность подбора оптимального состава набивных смесей обусловлена следующими факторами:

Экономическая эффективность: увеличение срока службы футеровки снижает затраты на ремонт и простои оборудования.

Безопасность производства: надёжная футеровка предотвращает аварийные ситуации, связанные с прорывом расплава.

Энергоэффективность: качественная футеровка улучшает теплоизоляцию, снижая энергопотребление печи.

Качество продукции: минимизация взаимодействия футеровки с расплавом предотвращает загрязнение металла примесями.

Экологические аспекты: уменьшение частоты замены футеровки сокращает объём образующихся огнеупорных отходов.

Ключевые параметры при подборе состава: зерновой состав (оптимальное сочетание крупных и мелких фракций для плотности укладки); тип и количество связующего (влияет на прочность и спекаемость); термостойкость (способность выдерживать циклы нагрева/охлаждения); химическая инертность к расплаву; коэффициент теплового расширения (должен соответствовать металлу корпуса).

Подбор состава набивных смесей для футеровки индукционных печей — многофакторная задача, требующая комплексного подхода. Оптимальное решение должно учитывать специфику металлургического процесса (тип сплава, температуру, длительность плавки); экономические ограничения (стоимость материалов, трудоёмкость монтажа); требования к надёжности и безопасности.

Современные тенденции включают:

- разработку композитных составов с нанодобавками для повышения термостойкости;
- использование вторичных огнеупорных материалов для снижения себестоимости;
- компьютерное моделирование тепловых полей для оптимизации толщины и структуры футеровки.

Внедрение научно обоснованных рецептур набивных смесей позволяет существенно повысить эффективность работы индукционных печей, сократить эксплуатационные затраты и обеспечить стабильное качество выплавляемого металла.

Булатов С.В. (AuthorID: 915624), **Дергунов С.А.** (AuthorID: 310435),
Горбачёв В.С. (студент), **Горбачев С.В.** (AuthorID: 118629)

СПОСОБЫ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТРУДОЗАТРАТ И СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПРОВЕДЕНИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ

Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) в процесс технического осмотра автомобилей открывает перед отраслью автомобильного сервиса новые перспективы. ИИ может существенно улучшить эффективность и точность проверок, а также оптимизировать процессы диагностики и обслуживания [1].

Одним из ключевых преимуществ внедрения ИИ в процесс технического осмотра является повышение точности обнаружения технических неисправностей. Благодаря алгоритмам машинного обучения ИИ способен проводить анализ состояния узлов и агрегатов, и автомобилей в целом с высокой степенью точности, выявляя даже мелкие дефекты, которые могут остаться незамеченными при обычном осмотре. Это позволяет оперативно устранять проблемы до их обострения, снижая риск возникновения аварийных ситуаций на дорогах. Также важным аспектом внедрения ИИ в процесс технического осмотра является повышение оперативности и скорости проведения проверок.

Способы внедрения ИИ в процессы технического осмотра: Ведение отчетной документации в электронной форме с фотофиксацией, что является обязательным с изменениями от 2025 года. Значительно сокращает время на работу с электронным документооборотом, а также занесение в единую базу истории по VIN-номеру. Составление отчета на основе данных, полученных с помощью автоматизированных пунктов технического осмотра или сверточных нейронных сетей. Оценка критичности и площади покрытия повреждений, а также возможность устранения без полной замены. Данный способ требует разработки регламента в этой области, так как в настоящее время заключение о пригодности внешнего состояния транспортного средства делается на основе мнения эксперта.

Внедрение в системы 3D-сканирования колес и рисунка протектора шин. Роль искусственного интеллекта заключается в обработке модели, полученной с помощью сканера, и её проверке на соответствие п.4.5 и п.5.5 "ГОСТ Р 51709-2001. Государственный стандарт Российской Федерации. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки". Время на проверку сокращается с нескольких минут до пары секунд, так как все четыре колеса проверяются за один проезд автомобиля, а также практически исключается вероятность ошибки, что повышает безопасность эксплуатации.

Список использованных источников

1. Киселев, Г. Г. Искусственный интеллект в системе мониторинга, диагностики и прогнозирования технического состояния подвижного состава / Г. Г. Киселев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 3. – С. 621-626. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-3-621-622. – EDN NJTEGQ.

Дергунов С.А. (AuthorID: 310435), Сериков С.В. (AuthorID: 1000467),
Спирина А.Ю. (AuthorID: 1272569), Федосенко Г.В. (младший научный сотрудник)

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВ

Комплексная оценка качества и технологических процессов производств относится к услугам производственно-технического назначения которая реализуется Испытательным центром «Оренбургстройиспытания» Оренбургского государственного университета для предприятий реального сектора экономики в области строительства гражданской и транспортной инфраструктуры региона, производства и применения строительных материалов, изделий и конструкций.

Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» располагает соответствующей материально-технической базой и регламентирующими документами для оценки качества широкой номенклатуры строительных материалов.

Компетентность испытательного центра подтверждается периодической переподготовкой Федеральным бюджетным учреждением «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Оренбургской области», перекредитацией в системе добровольной сертификации подтверждения соответствия и анализа риска, ежегодными поверками, калибровками и аттестацией испытательного оборудования.

В процедуру переподготовки и перекредитации включены проверки на соответствие требованиям нормативно-правовым документам Российской Федерации материально-технической базы, квалификации персонала, внутреннего и внешнего документооборота и т.д. В случае положительного решения выдаются документы установленного образца.

Непредвзятость результатов испытаний и заключений определена статусом центра, расположенного на базе организации (ФГБОУ ВО ОГУ), не имеющей никакого отношения к производству и применению строительных материалов, изделий и конструкций. Это придает особый авторитет испытательному центру.

С данной услугой - комплексная оценка качества и технологических процессов производств - Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» участвовал в Всероссийском конкурсе Программы «100 лучших товаров России» в номинации «Услуга производственно-технического назначения» (2018, 2021, 2023 и 2025 гг.). Данный конкурс организован МОО «Академия проблем качества» и проводится с 1998 г. при активном участии региональных Центров стандартизации, метрологии и испытаний на основе общественно-государственного соглашения о партнерстве и сотрудничестве с Росстандартом. Ежегодно в конкурсе участвуют тысячи предприятий всех субъектов Российской Федерации.

По итогу конкурсного отбора коллектив испытательного центра в 2018 и 2021 годах стал дипломантом данного мероприятия. В 2023 и 2025 годах стал лауреатом Всероссийского конкурса и отмечен Почетным дипломом «Золотая сотня» с возможностью нанесения золотого логотипа победителя конкурса «100 лучших товаров России».

Дергунов С.А. (AuthorID: 310435), **Ольховая Т.А.** (AuthorID: 400194), **Спирина А.Ю.** (AuthorID: 1272569), **Федосеев Г.В.** (младший научный сотрудник), **Хвалев П.С.** (председатель союза работников автомобильного транспорта)

ПРОБЛЕМА КООПЕРАЦИИ ВУЗОВ С ПРЕДПРИЯТИЯМИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

Проблема эффективности взаимодействия вузов с предприятиями реального сектора экономики, остается и будет актуальной в ближайшей и отдаленной перспективе. Условия и характер межинституционального взаимодействия высшей школы и производства (региональных промышленных предприятий) является важной задачей и основой реализации управленческой деятельности на уровне макрорегиона.

Основная проблема современного высшего образования – противоречие между тенденциями развития высшей школы и потребностями региона (макрорегиона), которое коренится, с одной стороны, в разрушении традиционной модели связи вузов с региональными предприятиями (организациями), с другой – в новой стратегии развития высшего образования, определяемой на федеральном уровне, в чьем подчинении находятся вузы. Современную ситуацию характеризуют утраченные прежние связи предприятий с вузами, отсутствие новых устойчивых наработанных практик взаимодействия, ограниченные возможности региональной власти в их регулировании, жесткая система нормативной регламентации, которая часто является барьером в развитии взаимодействий, отсутствие широкого и разнообразного по форме диалога на уровне региона (макрорегиона), не позволяющего вузам и предприятиям видеть проблемы и возможности друг друга, потенциал и стратегические перспективы развития территории.

В настоящее время для предприятий характерна неготовность налаживать устойчивые горизонтальные связи с вузами, нежелание рассматривать их в качестве носителя экспертного знания и инновационных практик, как полноправного участника производственного процесса. Руководители предприятий не проявляют стремления к инновационным и усложненным формам организации сетевых связей с вузами, серьезной интеграции деятельности в сферах образования и науки.

Разрешение данной проблемы во многом связано с реализацией макрорегиональной политики, стратегически ориентированной на модели сетевого управления и созданием полноценного диалога между предприятиями, вузами, академической наукой, что станет базовым условием и фактором эффективного регионального развития. Кластерная политика в отношении социально-экономических территориальных факторов и нелинейная модель функционирования высшей школы в конкретном макрорегионе является основой эффективного управления на региональном уровне. В этом отношении углубление сетевых взаимодействий региональных органов власти, предприятий и вузов является важной стратегической задачей.

Секция «Промышленное и гражданское строительство»

УДК 624.016

Астафьева М.А. (AuthorID: 880101), Лихидько М.А. (AuthorID: 1038214)

РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ БЕТОНА И СТАЛИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ СЖАТЫХ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Сложность расчета прочности сжатых трубобетонных элементов заключается в необходимости учета объемно напряженного состояния составляющих элементов: бетонного ядра и стальной трубы.

Многочисленные исследования показывают, что основным критерием, влияющим на напряженное состояние бетонного ядра, является уровень его бокового обжатия. Возникновение условий для объемного сжатия бетонного ядра и, соответственно, его значительное повышение прочности происходит именно из-за возникающего бокового давления. Боковое давление на бетонное ядро перед разрушением трубобетонного элемента может находиться в широком диапазоне значений, так как на его величину влияют большое количество факторов: предел текучести стали трубы, диаметр и толщина стенки трубы, вид и прочность бетона [1].

Расчет прочности трубобетонных элементов в Российской Федерации регламентирует свод правил СП 266.1325800.2016. Методика свода правил основана на эмпирических зависимостях. Такие зависимости имеют ограниченное применение в рамках тех проведенных экспериментов, на анализе которых они получены. В методиках действующих норм напряжения объемно сжатого бетона и стальной трубы вычисляются независимо от величины бокового давления, что не соответствует фактическому характеру силового сопротивления конструкции. Несмотря на то, что общая сходимость эмпирических зависимостей нормативных документов с результатами фактической прочности сжатых трубобетонных элементов дает удовлетворительный результат, определение усилий в бетонном ядре и стальной оболочке по-отдельности приводит к высоким погрешностям. Расчетное усилие в трубе получается завышенным в $1,8 \div 3$ раза [2]. Для корректного расчета прочности сжатых трубобетонных элементов необходимо использовать методику, учитывающую изменение напряженно-деформированного состояния конструкции в зависимости от уровня бокового обжатия бетона. Такая методика будет учитывать особенности силового сопротивления трубобетонной конструкции и позволит определить реальное распределение усилий между бетонным ядром и стальной оболочкой.

Список используемых источников

1. Кришан А.Л. Сжатые трубобетонные элементы. Теория и практика / А. Л. Кришан, В. И. Римшин, М. А. Астафьева. – Москва: Издательство АСВ, 2020. – 322 с. – Текст: непосредственный.
2. Прочность центрально сжатых трубобетонных элементов / А. Л. Кришан, В. И. Римшин, М. А. Астафьева, М. А. Лихидько // Вестник МГСУ. – 2025. – Т. 20, № 8. – С. 1154-1164. – DOI 10.22227/1997-0935.2025.8.1154-1164.

ОСОБЕННОСТИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБОБЕТОННЫХ КОЛОНН КВАДРАТНОГО СЕЧЕНИЯ

Применение **трубобетонных конструкций (ТБК)**, представляющих собой стальную оболочку, заполненную бетоном, является актуальным и эффективным решением для современного высотного строительства, мостостроения, зданий и сооружений в сейсмически активных зонах. Синергия материалов позволяет полностью использовать их специфические физико-механические свойства, обеспечивая существенную экономию стали и бетона, снижение общей массы и объема конструкций, а также сокращение сроков и затрат на строительство.

ТБК обладают рядом ключевых преимуществ. Стальная оболочка многофункциональна: она служит опалубкой, продольной и поперечной арматурой, а также жестким несущим упором. Возникающий «эффект обоймы» создает в бетонном ядре состояние всестороннего сжатия, что в круглых сечениях может увеличить прочность бетона на 50-80%. Это обеспечивает высокую несущую способность при небольших поперечных сечениях, повышенную пластичность и живучесть, исключая внезапное разрушение. Конструкции устойчивы к динамическим и сейсмическим нагрузкам, обладают высокой огнестойкостью и позволяют сократить расход бетона в 1,5–2 раза и стали в 2–3 раза, снижая общую стоимость строительства.

Несмотря на достоинства, широкое применение ТБК сдерживается рядом технических проблем и отсутствием общепризнанной эффективной методики расчета. Особую специфику имеет работа квадратных сечений: эффект обоймы в них выражен значительно слабее и неравномерно из-за низкой изгибной жесткости плоских граней, что приводит к риску их местной потери устойчивости. Проблема косоугольного сжатия также остается недостаточно изученной.

Анализ мировых нормативных методик (нормы РФ, США, Eurocode 4, Японии и др.) показывает принципиальные различия в подходах к учету совместной работы материалов и эффекта обоймы. Большинство современных методик учитывают эффект обоймы только для круглых сечений. В японских нормах при расчете прочности используется упрощенный метод суперпозиции (сложения прочностей одноосно сжатых стали и бетона). Но при расчете деформаций эффект обоймы учитывается. Эти противоречия демонстрируют отсутствие универсального консенсуса в инженерном сообществе по вопросу расчета ТБК квадратного сечения.

Многолетний экспериментальный опыт подтверждает эффективность трубобетонных конструкций квадратного сечения, в которых бетонное ядро обеспечивает устойчивость стальной оболочки и повышает общую пластичность конструкции. В этой связи существующие нормы проектирования требуют существенной доработки для адекватного учета основных особенностей напряженно-деформированного состояния ТБК квадратного сечения.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЖАТЫХ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КВАДРАТНОГО СЕЧЕНИЯ

Сжатый трубобетонный элемент (СТБЭ) квадратного сечения представляет собой композитную конструкцию, состоящую из стальной трубы квадратного сечения, заполненную бетоном, и работающим как единое целое при восприятии сжимающих нагрузок. Несущая способность таких элементов формируется за счёт их совместной работы: бетон воспринимает основную часть сжимающих напряжений, а стальная труба ограничивает его поперечные деформации, создавая эффект объёмного обжатия, и одновременно повышает устойчивость элемента в целом.

Повышение эксплуатационной эффективности СТБЭ может быть достигнуто за счёт внедрения материалов с улучшенными прочностными характеристиками. В данную группу относят строительные стали повышенной прочности с уровнем текучести не менее 450 МПа, арматуру высоких классов прочности (А600 и выше), а также тяжелые бетоны классов по прочности на сжатие В60 и выше. Использование таких материалов в трубобетонных конструкциях оправдано с экономической точки зрения, поскольку позволяет оптимизировать габариты несущих элементов, увеличить долю полезного пространства в зданиях, уменьшить расходы на огнезащиту и ускорить процесс возведения сооружений.

Экспериментальные исследования СТБЭ с применением высокопрочных бетонов и сталей подтверждают высокую эффективность таких конструкций при осевом сжатии и внецентренном сжатии. Установлено, что стальная оболочка обеспечивает интенсивное поперечное обжатие бетонного ядра, вследствие чего существенно повышается прочность и деформативность бетона. Совместная работа материалов позволяет замедлить развитие трещинообразования и локальной потери устойчивости трубы. Вместе с тем эксперименты показывают, что рост прочности высокопрочных материалов сопровождается снижением пластичности и возможной неполной реализацией их прочностного потенциала. Для повышения эффективности трубобетона обоснована необходимость спирального армирования бетонного ядра. Применение высокопрочных материалов в конструкции СТБЭ требует безусловного учета совместной работы трубы из высокопрочной стали, бетона и спиральной арматуры. Предварительный анализ показал, что существующие методики расчета не позволяют достоверно определить несущую способность такой конструкции. Наиболее корректный расчет возможен на основе использования нелинейной деформационной модели [1].

Список используемых источников

1. Кришан А.Л., Римшин В.И., Астафьева М.А. Сжатые трубобетонные элементы. Теория и практика. Москва, АСВ, 2020. 375 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДИКАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКЛАДОВ В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Методы планирования строительства складов, в условиях крупного промышленного предприятия, на сегодняшний день, не учитывают динамику спроса на складские мощности и производственные риски предприятия. На территории ПАО «ММК» эксплуатируется более 100 складских помещений общей площадью 138 000 м² и открытые площадки хранения (386 000 м²). Ключевые проблемы:

- устаревшая планировка (шаг колонн, высота потолков) снижает вместимость на 25-40%;
- узкие проходы из-за требований старой техники сокращают полезную площадь;
- отсутствие зонирования (приёмка/отгрузка) увеличивает время обработки грузов на 15-20%;
- ручное управление запасами приводит к ошибкам (~5% потерь от стоимости МТО).

Требуется **предикативная методика**, интегрирующая прогнозирование потребностей в хранилищах и оптимизацию строительных решений под меняющиеся условия, оценку их действительного технического состояния [1-4]. Методика, учитывающая отраслевые особенности, технико-экономические ограничения и риски в условиях действующего промышленного предприятия. Внедрение WMS (Управление складских хозяйством) и перепланировка складов также позволит увеличить емкость хранения на 30-50% за счет мезонинов и автоматизированного размещения, сократит время обработки заказов (на 25% через оптимизацию маршрутов), высвободит до 20% площадей для коммерческого использования.

Список используемых источников

1. Наркевич, М. Ю. Развитие методологии создания системы менеджмента качества металлургического предприятия, эксплуатирующего опасные производственные объекты, на основе прикладной цифровой платформы: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Наркевич Михаил Юрьевич. – Магнитогорск, 2023. – 332 с. – EDN DCFSSXK.

2. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта / О. С. Логунова, М. Ю. Наркевич, Е. А. Гарбар, А. Е. Козлова. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – 102 с. – EDN KRFMSL.

3. Наркевич, М. Ю. Оценка единичного показателя качества продукции на основе S-образных логистических кривых / М. Ю. Наркевич, Е. А. Ильина, А. А. Мехонцев // Перспективы науки. – 2020. – № 6(129). – С. 54-57. – EDN XCAPVO.

4. Методика сбора и обработки информации для контроля состояния территории, зданий и сооружений на опасных производственных объектах металлургического предприятия / В. Д. Корниенко, М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова [и др.] // Электротехнические системы и комплексы. – 2022. – № 4(57). – С. 76-87. – DOI 10.18503/2311-8318-2022-4(57)-76-87. – EDN MLSKSS.

Работа выполнялась под руководством д-ра техн. наук, доцента Наркевича М.Ю. (AuthorID: 684555)

Варламов А.А. (AuthorID: 716813)

СРАВНЕНИЕ ДИАГРАММ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Деградация (регрессия) в техническом смысле – это этап снижения характеристик какого-либо объекта спустя время [1].

Кривая потенциала для материалов может быть аппроксимирована полиномиальной функцией или функцией, включающей логарифмический компонент. В обобщённом виде:

$$\varepsilon_R = \alpha \left(1 - \ln \left(\frac{\varepsilon}{\alpha} \right) \right) + b_0 + b_1 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} \right) x + b_2 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} \right)^2 + b_3 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} \right)^3 + \dots$$

где ε_R - предельная деформация; α - начальный параметр дефектности; ε - рабочая деформация.

Для комплексного сравнения свойств бетона и железобетона в контексте ползучести и деградации были выбраны следующие критерии: начальное сопротивление, скорость деградации, остаточная способность к сопротивлению, прочностной и эксплуатационный ресурс, чувствительность к времени и среде (влага, температура), применимость в длительно нагруженных конструкциях [2-5].

Расчетные зависимости для бетонов разных классов получают вид:

$$\delta_{B20} = 3,80 \ln \varepsilon - 0,000138\varepsilon^2 + 0,03558\varepsilon - 6,906$$

$$\delta_{B40} = 6,88 \ln \varepsilon - 0,000329\varepsilon^2 + 0,11619\varepsilon - 17,600$$

$$\delta_{B80} = 8,49 \ln \varepsilon - 0,000576\varepsilon^2 + 0,25253\varepsilon - 24,050$$

Расчетные зависимости для железобетонов из бетона В40 с арматурой разных классов получают вид:

$$\delta_{A300} = 15,02 \ln \varepsilon - 7983,5\varepsilon^2 + 1388,38\varepsilon - 395,57$$

$$\delta_{A500} = 27,7 \ln \varepsilon - 808,140\varepsilon^2 + 105,23\varepsilon - 666,22$$

$$\delta_{A400} = 21,84 \ln \varepsilon - 1059,556\varepsilon^2 + 257,66\varepsilon + 535,22$$

Список используемых источников

1. Варламов А.А., Римшин В.И. Модели поведения бетона. Общая теория деградации: монография. М.:ИИФРА-М, 2019. 436 с. [Электронный ресурс]. URL: www.dx.doi.org/10.12737/monography-5c8a716t3c4460.52838016 (дата обращения: 18.06.2020).
2. Федоров Е. В. Применение теории повреждаемости при расчете долговечности конструкций» Диссертация на соискание уч. степени к.т.н., СПбГАСУ, 2024
3. Lifu Yang, Madura Pathirage« Discrete Modeling of Aging Creep in Concrete» Buildings, 2025, 15(16), 2841
4. Trcala M. A constitutive model considering creep damage of wood Mechanics of Time-Dependent Materials, 2024, 28(1)
5. Brian E. Usibe Recent Advances in Predictive Modelling and Material Innovation in Concrete Creep Analysis—A Review Journal of Building Material Science, 2025, 7(4)

Варламов А.А. (AuthorID: 716813), **Варламов А.А.** (студент)

ВРЕМЯ, СОГЛАСНО ТЕОРИИ ДЕГРАДАЦИИ

Теория деградации рассматривает разрушение объекта во времени. Разрушение происходит путем разделения объекта на частицы. В какой-то момент частицы описываются сгустком энергии и в последующем происходит разделение энергии на меньшие «частицы» энергии. Отдельные частицы все время находятся в движении и относительно своей оси – вращаясь или совершая колебания и относительно других объектов [1,2].

Время существует только при движении объектов. Если объекты прекращают движение, то и время останавливается. Понятие «время» играет роль оценки движения и не имеет смысла в отсутствии движения (как и не имеет смысла понятие пространства в отсутствии материи) [3].

Если выделить группу не взаимодействующих объектов, движущихся по произвольной траектории, то отдельный объект в этой группе может опережать другие по скорости движения и, остановившись, может дождаться «будущего». Однако объект, движущийся медленнее, или даже вспять, не сможет оказаться в «прошлом». Это вызвано двумя соображениями: первое – оказавшись в предыдущем состоянии сам объект изменяет его, и второе – энергия возвращения намного превосходит затраты энергии на движение вперед.

При хаотичном движении объектов «время» не определяется (в отличие от характеристики «пространство»). Характеристика «время» проявляется при направленном движении материальных объектов в пространстве.

Вернуться в прошлое невозможно. В будущее можно попасть с очень низкой вероятностью и очень на короткое время. Двигаясь в пространстве, объект всегда то опережает, то отстает от общего движения и текущего времени.

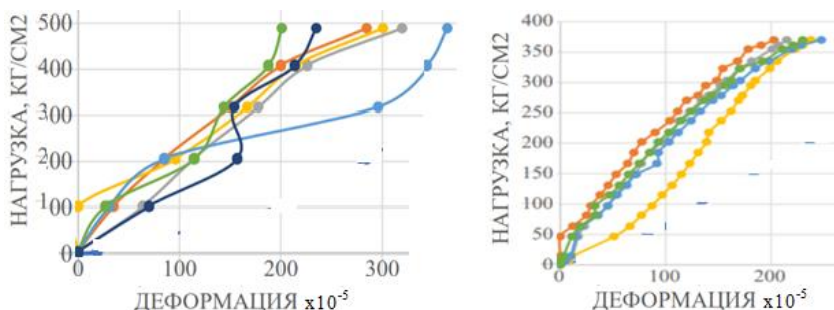
Список используемых источников

1. Варламов А.А. О новой структуре диаграммы работы бетона // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2016. № 2. С. 11-14.
2. Варламов А.А. О проектировании диаграммы поведения бетона // Бетон и железобетон. 2016. № 1. С. 6-8.
3. Варламов А.А., Римшин В.И. Модели поведения бетона. Общая теория деградации: монография. М.: ИНФРА-М, 2019. 436 с. [Электронный ресурс]. URL: www.dx.doi.org/1010.12737/monography-5c8a716t3c4460.52838016 (дата обращения: 18.06.2020).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ МИКРООБРАЗЦОВ БЕТОНА

Продолжение теоретических и экспериментальных исследований, проводимых на кафедре ПиГС, показали возможность выпиливания из бетона образцов размером 25х25х100 мм [1]. Микрообразцы были выпилены на станке с алмазным диском.

Образцы испытаны по стандартной методике на 10-тонном винтовом прессе. При испытании измеряли продольные и поперечные деформации образцов электронными индикаторами и тензодатчиками [2-5]. В результате получены полные объемные диаграммы работы призм (рисунок).



Сопоставление диаграмм стандартных образцов с микрообразцами подтвердили возможность применения микрообразцов в практике.

Список используемых источников

1. Шиндер С.С., Варламов А.А. Малые образцы бетона // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тез. докл. 78. межд. науч.-техн. конф. Магнитогорск: Изд-во МГТУ им. Г.И.Носова, 2020. Т.1. С.576
2. Пестерев Д.А., Михайловский И.А., Гун Е.И. Методика квалитетической оценки // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2018. Т.9. №2. С. 48-51. 3. Варламов А.А., Римшин В.И. О размере контрольных образцов бетона // Строительные материалы. №6. 2019. С. 3-7.
3. Варламов А.А. К оценке долговечности зданий и конструкций // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т.2. № 71. С. 186 – 188.
4. Варламов А.А., Римшин В.И. Модели поведения бетона. Общая теория деградации: монография. М.: ИНФРА-М, 2019. 436 с. [Электронный ресурс]. URL: www.dx.doi.org/10.12737/monography-5c8a716t3c4460.52838016 (дата обращения: 18.06.2020).
5. Варламов А.А., Римшин В.И. Объемные модели упругого поведения композита // Известия вузов. Текстильная промышленность. №3. 2018. С 63-67.

Головачев А.В. (магистрант)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ

В рамках развития темы по обеспечению безопасной эксплуатации зданий и сооружений на опасных производственных объектах [1-3] проведены экспериментальные исследования выявляемости внутренних дефектов сварных соединений строительных металлоконструкций с применением технологий ультразвукового контроля качества сварных соединений на основе методики АРД (амплитуда-расстояние-диаметр) и с применением фазированных решеток. Изготовлены 3 серии контрольных образцов сварных соединений с внутренними дефектами: стыковое, угловое, тавровое. Каждая серия включает по 2 образца различной толщины. Определены значения параметров внутренних дефектов контрольных образцов сварных соединений для всех изготовленных образцов.

При использовании ультразвукового дефектоскопа на фазированных решетках возможно более детально определить форму скрытого дефекта в сварном соединении. После проведения неразрушающего контроля проведены механические испытания образцов сварных соединений.

По результатам неразрушающего контроля и механических испытаний сделаны следующие выводы:

- применение метода ультразвукового контроля на основе технологии фазированных решеток, значительно увеличивает производительность ультразвукового контроля строительных металлоконструкций на опасных производственных объектах;
- использование технологии фазированных решеток значительно уменьшает влияние человеческого фактора на результаты ультразвукового контроля;
- форма и размеры дефектов оказывают различное влияние на прочность сварных соединений, что требует учета при их проведении поверочных расчетов.

Список используемых источников

1. Наркевич, М. Ю. Проблемы контроля и оценки качества при изготовлении и монтаже стальных строительных конструкций зданий и сооружений / М. Ю. Наркевич // Архитектура. Строительство. Образование. – 2012. – № 1. – С. 130-137. – EDN RTUDTB.
2. Логунова, О. С. Системы оптического контроля качества поверхности стальной полосы / О. С. Логунова, А. В. Маркевич, Е. А. Гарбар // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 2. – С. 299-305. – DOI 10.24412/2071-6168-2023-2-299-305. – EDN QAONDN.
3. Классификация исходных данных для интеллектуальной системы экспертной оценки визуально определяемых дефектов и повреждений / В. Д. Корниенко, Г. А. Ежов, М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2022. – № 6(111). – С. 53-64. – DOI 10.23859/1994-0637-2022-6-111-4. – EDN GJGQYP.

Работа выполнялась под руководством д-ра техн. наук, доцента Наркевича М.Ю. (AuthorID: 684555)

СНИЖЕНИЕ ДЕФИЦИТА КАДРОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Строительный рынок постепенно приходит к балансу между объемом предлагаемых вакансий и числом соискателей. Это признают как в сервисах по подбору персонала, так и среди девелоперов. По данным, предоставленным аналитиками hh.ru, в целом по стране в строительной сфере сейчас на одну вакансию приходится 5,0 резюме.

Если еще в 2024 году с дефицитом кадров в строительной сфере сталкивалось 73 региона, то на данный момент нехватка кадров отмечается в 29 субъектах страны.

В настоящий момент сегмент «Строительство, проектирование, недвижимость» занимает вторую строчку как по числу вакансий, так и по количеству резюме, подтверждают эксперты сервиса SuperJob. Отмечается следующая динамика: за год число вакансий снизилось на 12%, а число резюме увеличилось на 11%.

С трендом согласны и участники рынка. Так, если раньше некоторым специалистам из-за их нехватки приходилось сильно повышать заработную плату, то теперь рынок становится более сбалансированным.

В 2024 году на строительном рынке наблюдался критический дефицит каменщиков, фасадчиков, монолитчиков. Теперь же из-за сокращения объема новых строек, он все больше приобретает черты рынка работодателя или заказчика, которым стало легче выбирать и диктовать свои условия. По рабочим специальностям на стройке ситуация в 2025 г. стабилизировалась.

Свою роль сыграли снижение темпов строительства действующих объектов и уменьшение объемов запуска новых

Однако ситуация для девелоперов все равно далека от идеальной, до окончательного разворота рынка в сторону работодателей или заказчиков еще далеко. Стоимость услуг подрядных организаций растет, просто не такими быстрыми темпами. На этот рост влияет инфляция, а также наличие большого числа посредников, которые предоставляют услуги работников за довольно высокую комиссию.

Хотя на строительном рынке и наблюдается общая стабилизация, отдельные сегменты все еще продолжают испытывать дефицит.

Самые востребованные в России сейчас — инженеры ПТО, инженеры-конструкторы, производители работ и т.д. Среди рабочих специальностей наблюдается нехватка электромонтажников, электрогазосварщиков, слесарей-сантехников.

На фоне нехватки рабочих и инженеров в отрасли одновременно наблюдается избыточное количество управленцев. Порой квалификация претендентов не соответствует требованиям работодателей. Требования к кандидатам на управленческие должности становятся все выше.

Горбунова О.Ю. (AuthorID: 1279248), Воронин К.М. (AuthorID: 291155)

УСТОЙЧИВОСТЬ И АДАПТАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ ВЫЗОВОВ

Строительный рынок входит в 2026 год без резких провалов и без бурного роста. Это период адаптации, где девелоперы постепенно перестраивают процессы, чтобы работать в условиях снижающегося спроса и растущей себестоимости.

По данным Росстата, за первые девять месяцев 2025 года объём введённого в России жилья уменьшился на 5,6% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, достигнув 76,6 млн кв. метров. В сентябре негативная динамика усилилась: сдача жилья сократилась на 8,3% в годовом выражении, до 9 млн кв. метров.

Большая часть построенного жилья (68%) пришлась на ИЖС. Однако в этом направлении также зафиксирован спад на 5,6% за девять месяцев и на 11,6% — в сентябре.

Статистика показывает снижение числа строительных организаций, так во втором квартале 2025 года их количество в РФ уменьшилось на 2,4 %, в Москве — на 5,8 %. Это говорит о консолидирующих тенденциях и уходе слабых игроков.

В сегменте жилищного строительства девелоперы также активны и с начала 2025 года подано 7,3 тыс. проектных деклараций, получено 7,1 тыс. разрешений на строительство — рост в сравнении с прошлым годом небольшой, на 1 - 1,6 %.

В 2025 году застройщики говорят о снижении спроса на квартиры эконом- и стандарт-класса, поскольку покупатели, в основном, для покупки жилья берут ипотеку, условия которой для многих стали неподъемные. Если есть возможность, девелоперы предлагают покупателям рассрочки за счёт собственных средств, чтобы поддержать спрос на жильё.

В премиум-сегменте изменений практически нет, поскольку заемные средства используются реже. Замотивировать покупателей девелоперы пытаются за счёт уникальных решений, таких как закрытые фитнес-клубы на территории, панорамный вид, пентхаусы с каминами и т.д.

Объём строящихся площадей по-прежнему остаётся высоким, достигая 119,4 млн кв.м., но темпы строительства замедляются. В 2026-2027 году застройщики ещё будут вводить в эксплуатацию массовые сегменты, за счёт которых показатели останутся на уровне 88-85 млн м2. Поскольку строительство планируется на 2-3 года вперёд, однако новые проекты остаются под вопросом.

Конкуренция между девелоперами пока сохраняется, так как компании борются за качество, хотя 114-ФЗ закон упростил правила игры, ГОСТы стали менее жёсткими. Активность застройщиков, скорее всего, восстановится в 2026 году при условии смягчения финансовых условий, в том числе положительных изменений денежно-кредитной политики ЦБ РФ.

Горбунова О.Ю. (AuthorID: 1279248), Пичугин Д.С. (студент)

РОСТ ЗАРПАТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Выше всего темпы роста зарплат в 2025 г. оказались в строительстве — в среднем они увеличились на 23%, тогда как в целом оклады представителей рабочих профессий — лишь на 11%. Для сравнения — программистам подняли предлагаемую оплату лишь на 6%, в итоге средняя зарплата строителей оказалась на 27 тыс. выше, чем у IT-специалистов.

Доходы работников строительного сектора в 2025 году росли стремительнее, нежели у программистов и маркетологов, сообщают специалисты рекрутингового сервиса hh.ru. Так, с января по август 2025 года медиана предлагаемой зарплаты в строительстве увеличилась на 23% (до 117,6 тыс. рублей), в производстве — на 13% (до 100,3 тыс.), в рабочих профессиях — на 11% (до 101,2 тыс.).

«При этом спрос со стороны работодателей также растет: число вакансий в производстве выросло на 9%, для представителей сферы рабочего персонала — на 13%, в строительстве — на 21%», — подсчитали аналитики [1].

В IT-сфере предлагаемые зарплаты за тот же период выросли всего на 6% — до 90 тыс. рублей, а число вакансий даже сократилось на 16%. Спрос же на маркетологов не изменился, а темп роста зарплаты составил 7%.

Только на конец лета у работодателей были открыты 267 тыс. вакансий для рабочего персонала, 186 тыс. — в производстве и сервисном обслуживании, 182 тыс. вакансий — в строительной сфере. В IT требовались 55 тыс. специалистов, в маркетинге — 32 тыс.

— Конкуренция за рабочий персонал и представителей производственной сферы усиливается. В этих областях работодатели повышают зарплаты быстрее, чем в офисных сегментах. Такой интерес связан с развитием производства, дефицитом квалифицированных синих воротничков на рынке труда и высокой текучестью. За счет этого именно рабочие профессии становятся реальным драйвером рынка труда.

Как отмечают аналитики, зарплаты в строительстве в целом сравнялись с уровнем оплаты, которую предлагают программистам. Так, средний предлагаемый доход для разработчиков сейчас 149,1 тыс. рублей, а у прорабов и мастеров строительно-монтажных работ — уже 149,9 тыс. рублей. Немного меньше предлагают и сварщикам — 144,1 тыс. рублей.

Кроме того, на стройках ждут машинистов, предлагая среднюю зарплату в 140 тыс. рублей, токарей-фрезеровщиков (133,6 тыс.), монтажников (128,9 тыс.), водителей (128,6 тыс.) и маляров (125,5 тыс.).

Вместе с этим дальнейшее увеличение оплаты труда грозит ухудшением экономики девелоперских проектов, отмечают эксперты

Список используемых источников

1. =Forbes : сайт / URL: <https://www.forbes.ru/biznes/552079> (дата обращения: 06.02.2025).

Дерябин Д.И. (AuthorID: 1120152), Наркевич М.Ю. (AuthorID: 684555)

РАЗВИТИЕ МЕТОДА ИНТЕГРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ: ГАРМОНИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Оценка качества зданий и сооружений опасных производственных объектов требует комплексного подхода, учитывающего множество взаимосвязанных факторов и позволяющего проводить ранжированную количественную оценку качества, учитывающую вклад различных аспектов безопасности в общее состояние объекта. Существующие традиционные методы оценки несовременны и имеют недостатки, в связи с чем актуальной научной задачей является разработка метода оценки качества, интегрирующего требования разнородных нормативных документов в единую интегративную систему с целью разработки механизмов поддержки принятия обоснованных управленческих решений. В качестве основы используется метод, разработанный Наркевичем М.Ю. для интегративной оценки качества зданий и сооружений на опасных производственных объектах промышленных предприятий [1-4]. Его развитие позволит обеспечить перевод и гармонизацию требований безопасности, предусмотренных Федеральным законом № 384-ФЗ, в единую систему количественных и качественных показателей на основе единой логики классификации технических состояний по степени опасности и требуемым управляющим воздействиям.

Список используемых источников

1. Наркевич, М. Ю. Развитие методологии создания системы менеджмента качества металлургического предприятия, эксплуатирующего опасные производственные объекты, на основе прикладной цифровой платформы: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Наркевич Михаил Юрьевич. – Магнитогорск, 2023. – 332 с. – EDN DCF5XK.
2. Наркевич, М. Ю. Гармонизация базовых и цифровых показателей принадлежности опасных производственных объектов заданному техническому состоянию / М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2023. – № 3(114). – С. 31-46. – DOI 10.23859/1994-0637-2023-3-114-3. – EDN EUCCMC.
3. Наркевич, М. Ю. Результаты применения метода гармонизации экспертных оценок на примере управления качеством функционирования промышленного здания / М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2023. – № 5(116). – С. 52-66. – DOI 10.23859/1994-0637-2023-5-116-4. – EDN ABUPQG.
4. Наркевич, М. Ю. Метод комплексной количественной оценки качества опасных производственных объектов с использованием s-образных кривых / М. Ю. Наркевич // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2021. – Т. 19, № 4. – С. 91-97. – DOI 10.18503/1995-2732-2021-19-4-91-97. – EDN BWCBOA.

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сегодня можно констатировать существующую тенденцию - аварии зданий и сооружений стали «обычным» явлением. Следствие - экономические, социальные, политические потери, экологические последствия. По данным за 2012-2025 гг., можно резюмировать, что аварии происходили в прошлом, происходят в настоящее время и возможны в будущем. Причин для снижения аварийности не наблюдается. Изучая и систематизируя аварии можно уменьшить повторяемость ошибок, предотвратить «однотипные» аварии, минимизировать число и тяжесть их последствий. С учетом государственной политики РФ в области безопасности зданий и сооружений, определены стартовые направления научных исследований:

1. Систематизация аварий, анализ причин, последствий, классификация по степени тяжести.
2. Изучение причин возникновения повреждений, статистический анализ, классификация. Учет влияния временного фактора на повреждаемость, деградацию свойств строительных материалов.
3. Классификации зданий и сооружений, конструкций по степени тяжести последствий аварий. Создание реестров стратегически важных зданий и сооружений.
4. Изучение влияния эксплуатационных и технологических воздействий, объектов близлежащей застройки на действительную работу конструкций.
5. Изучение кинетики напряженно-деформированного состояния материала в «критических» элементах, узлах с учетом влияния размеров и числа дефектов.
6. Создание технологий, методик обследования конструкций, интерпретации результатов обследования, неразрушающего контроля и мониторинга.
7. Создание теоретических основ, методов оценки и обеспечения комплексной безопасности, классификации показателей безопасности, риска, ресурса.
8. Создание физико-математических моделей аварий, прогрессирующего обрушения, разработка мероприятий по их предотвращению.
9. Разработка новых конструктивных решений и строительных материалов, отличающихся повышенной безопасностью.
10. Применение информационных технологий для обеспечения комплексной безопасности строительных объектов с разработкой электронных паспортов, паспортов безопасности, норм по обеспечению безопасности на всех стадиях жизни объекта.

Данный перечень не является исчерпывающим, это основа для конструктивной критики и дискуссий по созданию системного подхода в РФ по снижению уровня аварийности строительных объектов [1].

Список используемых источников

1. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты: Наука и технологии комплексной безопасности: постановка проблем. / Н. В. Абросимов, А. И. Агеев, В. А. Акимов [и др.]. – Москва: Международный гуманитарный общественный фонд «Знание» им. академика К.В. Фролова, 2021. – 576 с.

Еремин К.И. (AuthorID: 675727), **Еремин Г.К.** (AuthorID: 1185486),
Нащекин М.В. (AuthorID: 942339)

УСТАЛОСТНЫЕ ТРЕЩИНЫ В СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ: МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ДИАГНОСТИКА, МЕТОДЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

Листовые металлические конструкции (ЛМК): стальные резервуары (РВС), газоходы являются критически важными объектами инфраструктуры в промышленности. Их безопасная эксплуатация в течение проектного срока службы – приоритетная задача. Одним из наиболее опасных видов повреждений являются усталостные трещины. Согласно [1] в период с 1950 по 2006 гг. в СССР, затем в России и странах СНГ зарегистрировано более 140 случаев квазимгновенного разрушения РВС. Причем данная статистика не отражает всей полноты проблемы. По данным ЦНИИПСК [2] фактическое количество аварий в 3-5 раз больше регистрируемых. При этом количество аварий, причинами которых является хрупкое разрушение, достигает 63,1% от их общего числа [3].

Усталостное разрушение – процесс, состоящий из нескольких стадий: накопление повреждений, зарождение трещины, стабильный рост трещины, мгновенное разрушение.

Основными причинами возникновения усталостных трещин в резервуарах являются циклические нагрузки, местами локализации являются зоны концентрации напряжений.

К источникам циклических нагрузок можно отнести: переменное гидростатическое давление, температурные деформации, ветровые и сейсмические воздействия, вибрации от работающего оборудования или гидродинамических процессов.

Основными зонами возникновения трещин являются: зона сопряжения стенки с днищем, сварные швы с дефектами сварки, отверстия и патрубки, зоны установки инженерного оборудования, зоны с дефектами монтажа и эксплуатации

Коррозионная среда также значительно ускоряет процесс трещинообразования (коррозионная усталость).

Применимы следующие методы диагностирования: визуальный и измерительный контроль, капиллярный, ультразвуковой, магнитопорошковый, акустико-эмиссионный контроль.

Для повышения усталостной прочности рекомендуются не только традиционные методы ремонта

трещин, но и усиление листовыми накладками с учетом анизотропии проката. Анизотропии проката также необходимо уделять значительное внимание на стадиях проектирования и изготовления ЛМК, как на фактор, оказывающий существенное влияние на скорость роста усталостных трещин.

Список используемых источников

1. Статистика квазимгновенных разрушений резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов / С. А. Швырков, С. А. Горячев, В. П. Сорокоумов [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. – Т. 16, № 6. – С. 48-52. – EDN KNVKWX.
2. Кандаков Г.П. Проблемы отечественного резервуаростроения и возможные пути их решения // Промышленное и гражданское строительство. 1998, № 5. – С. 24-26.
3. Кондрашова, О. Г. Причинно-следственный анализ аварий вертикальных стальных резервуаров / О. Г. Кондрашова, М. Н. Назарова // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2004. – № 2. – С. 19. – EDN TWVUMF.

Забитов Р.М. (AuthorID: 1189142), **Трубкина И.В.** (AutorID: 1245061),
Трубкин И.С. (AutorID: 493949)

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЯ ЦЕХА ПОДГОТОВКИ ВАГОНОВ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Безопасная эксплуатация опасных производственных объектов (ОПО) напрямую зависит от регулярной и тщательной оценки технического состояния (ОТС) их зданий и сооружений. Данная процедура обеспечивает своевременное выявление и устранение дефектов, что является ключевым фактором в предотвращении аварий и инцидентов на ОПО. В рамках экспертизы промышленной безопасности, согласно техническому заданию, было проведено обследование технического состояния здания цеха подготовки вагонов (ЦПВ). По результатам предварительного визуального обследования обнаружены несоответствия строительных конструкций здания проектной документации и требованиям нормативных правовых актов [1]. Составлена ведомость дефектов и повреждений, включающая качественное и количественное описание дефектов, их местоположение в пределах здания, фотоизображение и эскизы дефектов, предварительная категория опасности дефектов. Получены фактические размеры и сечения строительных конструкций здания. Определен перечень объектов, требующих детального инструментального обследования (геодезический и разрушающий контроль). По результатам визуального и инструментального обследования и с использованием инновационных методов и алгоритмов обработки графической информации [2-4] определена необходимость уточнения категории технического состояния отдельных строительных конструкций. С учетом специфики эксплуатации здания ЦПВ сформулированы выводы о его фактическом техническом состоянии, приведены условия дальнейшей эксплуатации и предельные сроки их реализации.

Список используемых источников

1. Российская Федерация. Федеральный закон от 21 июля 1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». – Текст: электронный // КонсультантПлюс: [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/6e24082b0e98e57a0d005f9c20016b1393e16380/ (дата обращения: 10.02.2026).
2. Методика сбора и обработки информации для контроля состояния территории, зданий и сооружений на опасных производственных объектах металлургического предприятия / В. Д. Корниенко, М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова [и др.] // Электротехнические системы и комплексы. – 2022. – № 4(57). – С. 76-87.
3. Наркевич, М. Ю. Оценка единичного показателя качества продукции на основе S-образных логистических кривых / М. Ю. Наркевич, Е. А. Ильина, А. А. Мехонцев // Перспективы науки. – 2020. – № 6(129). – С. 54-57.
4. Элементы визуализации при обследовании опасных производственных объектов с использованием беспилотного летательного аппарата / А. Е. Козлова, М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова, К. Е. Шахмаева // Научная визуализация. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 113-124.

Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, доцента Наркевича М.Ю. (AuthorID: 684555)

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ МЕТОДИК РАСЧЕТА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЖАТЫХ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО НОРМАМ РФ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

Применение в практике строительства сжатых трубобетонных элементов часто оказывается экономически более целесообразным, чем использование стальных или железобетонных конструкций. В настоящее время трубобетонные конструкции широко применяют в качестве сильно нагруженных колонн и верхних поясов большепролетных арок. За счет повышенной прочности и высокой предельной деформативности они обладают значительным адаптационным потенциалом, позволяющим снизить возможные негативные последствия природных и техногенных катастроф, обеспечить высокую живучесть зданий и сооружений. При этом задача определения несущей способности трубобетонных конструкций является сложной и до сегодняшнего дня не имеет решения, адекватно учитывающего основные особенности их силового сопротивления. В нормативных документах РФ и зарубежных стран предлагаются упрощенные методики, основанные на эмпирических формулах и реализующие метод предельных усилий [1].

Прочность коротких центрально сжатых трубобетонных элементов с помощью данных нормативных методик можно рассчитать достаточно точно. Но более масштабное сравнение результатов расчета с опубликованными опытными данными выявило в них ряд существенных недостатков:

- невозможность определить прочность трубобетонных элементов, имеющих какие-либо отличия от «классической» конструкции. Например, наличие в бетонном ядре высокопрочной стержневой и (или) спиральной арматуры, использование мелкозернистого бетона, напрягающего бетона, учёт эффекта предварительного бокового обжатия бетонного ядра и др.;
- значительная переоценка вклада стальной трубы и недооценка вклада бетонного ядра в прочность конструкции;
- полное игнорирование эффекта косвенного армирования при эксцентриситетах сжимающей силы за пределами ядра сечения;
- отсутствие достоверных методик учёта гибкости при определении прочности сжатых трубобетонных элементов.

Для устранения отмеченных недостатков необходимо отказываться от эмпирических зависимостей и получать необходимые формулы, используя теоретические положения строительной механики и учитывая физическую нелинейность бетона и стали в сочетании с геометрической нелинейностью конструкции.

Анализ современного состояния механики твердого тела показывает, что расчет несущей способности трубобетонных элементов следует выполнять на базе нелинейной деформационной модели.

Список используемых источников

1. V.I. Patel, et al., Ultra-high strength circular short CFST columns: axisymmetric analysis, behaviour and design, Eng. Struct. 179 (JAN.15) (2019) 268–283.

Кришан А.Л. (Author ID 535561), Каримуллин Т.Т. (студент)

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НДС ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПК ANSYS

Сжатые трубобетонные элементы отличаются сложным характером силового сопротивления, в большей мере обусловленного наличием радиального напряжения на поверхности соприкосновения стальной оболочки с бетонным ядром. По этой причине, согласно действующим нормативным документам, даже прочность коротких внецентренно сжатых элементов рассчитывается по методикам, основанным на эмпирических формулах. В данном исследовании проведены численные эксперименты по оценке напряженно-деформированного состояния аналогичных трубобетонных образцов с помощью компьютерного моделирования в ПК ANSYS Workbench 2022 R1.

Численные эксперименты выполнялись на 3D моделях методом конечных элементов. Для более корректного отображения радиальных и окружных напряжений бетон труба моделировалась гексаэдрической сеткой. Для совместной работы стальной оболочки и бетонного ядра назначалось контактное взаимодействие TARGE170 и CONTA174. Внешняя нагрузка задавалась путем осевого смещения верхней торцевой пластины.

Пластическое поведение бетона задавалось моделью Друкера-Прагера с линейным упрочнением. Для задания ортотропного бетона, работающего при объемном напряженном состоянии, учитывались различные модули деформаций и коэффициенты поперечных деформаций в трех главных направлениях, модули сдвига между главными осями ортотропии и модуль объемной упругости. Напряженное состояние трубы рассчитывалось с использованием поверхности текучести Генки-Мизеса с мультилинейным изотропным упрочнением. Для учета геометрической нелинейности для решателя были включены настройки метода Ньютона-Рафсона и анализ больших деформаций.

Оценка достоверности принятой расчетной модели выполнена по результатам сопоставления результатов расчетов с данными опытов внецентренно сжатых трубобетонных образцов, имеющих большие диаметры поперечного сечения - от 530 до 720 мм. Сопоставлялись прочность объемно сжатого ядра, трансверсальные напряжения в бетоне, осевое и окружное напряжения в стальной трубе, прочность образцов. Результаты численного моделирования оказались близки к данным физических экспериментов. Принятая в программе расчетная модель адекватно описывает основные параметры силового сопротивления внецентренно сжатых элементов и, может быть, в дальнейшем использована для определения напряженно-деформированного состояния трубобетонных элементов с различными геометрическими и конструктивными параметрами.

Кришан А.Л. (Author ID 535561), Ишимов К.Е. (студент)

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НДС ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПК ANSYS

Трубобетонный элемент (ТБЭ) представляет собой стальную оболочку, заполненную бетоном. При осевом сжатии труба создает для бетонного ядра эффект косвенного армирования, благодаря которому повышается прочность и предельная деформативность конструкции.

Для оценки сложного напряженно-деформированного состояния ТБЭ выполнены численные эксперименты в программном комплексе ANSYS Workbench. Бетон и труба моделировались гексаэдрической сеткой. Такая сетка позволяет создавать на поверхности сечения четырехугольные элементы, а затем протягивать их внутрь элемента. Благодаря равномерному распределению конечных элементов обеспечивается высокая точность вычислений. Контактные взаимодействия между стальной трубчатой оболочкой и бетоном задавались кулоновским трением с коэффициентом 0,6. Внешняя нагрузка задавалась путем осевого смещения верхней торцевой пластины. Учитывался и собственный вес конструкции. Торец нижней пластины закреплялся от смещения по оси Z.

Пластическое поведение бетона описывалось с помощью модели Друкера-Прагера с линейным упрочнением. Бетон рассматривался ортотропным. Многоосное поведение стальной трубы определялось с использованием поверхности текучести Генки-Мизеса с мультилинейным изотропным упрочнением. Геометрическая нелинейность дополнялась настройками решателя, реализующими метод Ньютона-Рафсона и анализ больших деформаций. Объемное расширение бетонного ядра учитывалось различными коэффициентами дилатансии для растяжения – сжатия и чистого сжатия.

Анализ полученных результатов свидетельствует о хорошем согласовании численных расчетов с данными физических экспериментов, выполненными в НИИЖБ на образцах с диаметрами от 530 до 1020 мм. Особенно малы расхождения в значениях прочности образцов. Отношение прочностей бетонного ядра, рассчитанных в численных экспериментах, к опытным данным находится в интервале от 0,95 до 1,06. Интервал аналогичных отношений радиальных напряжений от 0,91 до 1,01. Расхождения между величинами напряжений в стальной трубе заметно больше. Здесь разница составляет от 4% до 40%. Но и такое расхождение следует признать удовлетворительным, так как учесть все нюансы реального сопротивления стали в численных расчетах очень сложно.

Таким образом, принятая конечно-элементная расчетная модель вполне адекватно описывает основные параметры силового сопротивления сжатых ТБЭ и может быть использована для анализа других вариантов их загрузки.

ОБРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Мониторинг технического состояния зданий и сооружений на опасных производственных объектах – это один из ключевых элементов системы промышленной безопасности при эксплуатации промышленного предприятия. Анализ негативных факторов эксплуатации опасных производственных объектов, а также технических возможностей современных средств получения, обработки, хранения и передачи информации привел к новым условиям функционирования системы мониторинга технического состояния опасных производственных объектов, отражённым в изменениях в федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности, которые обозначают целесообразность использования информации из систем автоматизированного мониторинга при оценке технического состояния зданий, сооружений, технических устройств и территорий на опасных производственных объектах [1].

В сложившихся обстоятельствах процесс обработки графической информации с целью повышения достоверности экспертной информации имеет важное значение для функционирования системы автоматизированного мониторинга технического состояния опасных производственных объектов, что снижает влияние субъективного восприятия информации лицами при принятии решения о дальнейшей эксплуатации опасных производственных объектов [2-5].

Список используемых источников

1. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта / О. С. Логунова, М. Ю. Наркевич, Е. А. Гарбар, А. Е. Козлова. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – 102 с.
2. Элементы визуализации при обследовании опасных производственных объектов с использованием беспилотного летательного аппарата / А. Е. Козлова, М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова, К. Е. Шахмаева // Научная визуализация. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 113-124.
3. Методика сбора и обработки информации для контроля состояния территории, зданий и сооружений на опасных производственных объектах металлургического предприятия / В. Д. Корниенко, М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова [и др.] // Электротехнические системы и комплексы. – 2022. – № 4(57). – С. 76-87.
4. Программное обеспечение для автоматизированного обнаружения и оценки разрушений соединительных швов зданий / О. С. Логунова, В. В. Кабанова, М. Ю. Наркевич, В. Д. Корниенко // Программные продукты и системы. – 2023. – № 3. – С. 474-485.
5. Наркевич, М. Ю. Гармонизация базовых и цифровых показателей принадлежности опасных производственных объектов заданному техническому состоянию / М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2023. – № 3(114).

Работа выполнялась под руководством д-ра техн. наук, доцента Наркевича М.Ю. (AuthorID: 684555)

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОДХОДЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Проектирование в строительной отрасли – это инструмент и средство достижения планируемых результатов, обеспечение качества организационно-технологических решений, системного подхода к решению сложных задач. Выбор рациональных организационных структур управления строительным предприятием эффективно осуществляется путем синтеза существующих алгоритмов управления. Проектный подход в организации и управлении строительством конкретного объекта является на сегодняшний день перспективным и целесообразным [1]. Гибкое управление и Agile-методологии, характерные для IT-проектов, интегрируются в сферу строительства, позволяя быстрее реагировать на различные ситуации. Оптимизация и управление ресурсами - инструменты систем умного мониторинга помогают сокращать издержки при расходе ресурсов. Интеграция интернета вещей (IoT) в строительство позволяет оптимизировать процессы обслуживания и повышает эффективность проектов. Риск-менеджмент (на ранних этапах) позволяет стратегически обеспечить снижение рисков в сферах бюджета и сроков реализации проекта [2]. Современные подходы управления строительными проектами можно охарактеризовать: использованием инновационных методов; интеграцией в процесс реализации проекта современных технологий и аналитики; оптимизацией процессов и использованием передовых технологий; высокой степенью гибкости в управлении проектами; высокой точностью исполнения, контроля и соблюдения стандартов качества; повышением конкурентоспособности; гарантированно надёжной основой. Вывод: многоступенчатая система строительного образования и модернизация информационной и материальной базы, будет способствовать развитию производственных полигонов и формированию научно-производственных подходов в строительной отрасли [3; 4].

Список используемых источников

1. Осипов, Н. А. Современные методы управления в строительстве / Н. А. Осипов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 82-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 22–26 апреля 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 334. – EDN AKXFYD.
2. Осипов, Н. А. Подходы в управлении строительными проектами / Н. А. Осипов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 21–25 апреля 2025 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2025. – С. 241. – EDN NFATFN.
3. Пермяков, М. Б. Инвестиционный кластер как средство развития строительного образования / М. Б. Пермяков, Т. В. Краснова // Строительные материалы, конструкции и технологии XXI века: Межвузовский сборник научных трудов / Под редакцией М.Б. Пермякова. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2019. – С. 5-28. – EDN VJXIMS.
4. Пермяков, М. Б. Развитие строительного образования на Южном Урале / М. Б. Пермяков, Т. В. Краснова // Современные наукоёмкие технологии. – 2019. – № 6. – С. 175-179. – DOI 10.17513/snt.37571. – EDN ZZSDJB.

Пермяков М.Б. (AuthorID: 535560), **Краснова Т.В.** (AuthorID: 703894),
Будакова А.В. (магистрант, учитель)

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ ПРОФЕССИЯМ СТРОИТЕЛЕЙ, АРХИТЕКТОРОВ И ДИЗАЙНЕРОВ

Компьютерные технологии являются неотъемлемой частью процесса обучения, предполагающего применение современных способов и технологий в формировании профессиональной среды и реализации компетентностного подхода, работающих на качественный уровень подготовки будущих строителей, архитекторов и дизайнеров [1].

Коммуникативная, воспитывающая среда учебного заведения сформированная, в том числе виртуальным, предметным миром способствует формированию взглядов, убеждений и нравственных устоев обучающихся граждан, закладывая фундамент дальнейшего становления личности [2; 3].

Включение компьютерных технологий в образовательный процесс - это не только гарантия реализации государственных стандартов обучения, но и способ формирования современной академической среды, способствующей качеству знаний, профессиональной мобильности, развитию личных качеств обучающихся. Интерактивное обучения, основанное на системе сбора и обработки информации о конъюнктуре рынка и моделирование рыночных перспектив позволяет формировать конкурентоспособного профессионала [4].

Определяя значение и роль компьютерных технологий в современном профессиональном пространстве молодых строителей, архитекторов и дизайнеров, следует вывод, что компьютерные технологии являются объектом, средством и средой проектирования.

Список используемых источников

1. Пермяков, М. Б. Роль и значение компьютерных технологий в профессиональной подготовке современных строителей, архитекторов и дизайнеров / М. Б. Пермяков, Т. В. Краснова, А. В. Будакова, А. Н. Ильин // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/32SAVN324.pdf>
2. Пермяков, М. Б. Проектирование среды образовательного учреждения МАОУ "многопрофильный лицей №1" Г. Магнитогорска / М. Б. Пермяков, А. В. Будакова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 82-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 22–26 апреля 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 325. – EDN AJQMFV.
3. Пермяков, М. Б. Формирование инвестиционного кластера образовательного учреждения для подготовки профессиональных кадров в области строительства / М. Б. Пермяков, Т. В. Краснова // Педагогический практикум, Чебоксары, 16 июля 2019 года. – Чебоксары: Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Экспертно-методический центр», 2019. – С. 109-114. – EDN CICPPR.
4. Шадрин Л.Ю. Модель подготовки конкурентоспособного выпускника — магистра вуза, ориентированного на профессиональную среду / Л.Ю. Шадрин // Теория и практика общественного развития. — 2016. — № 12. — С. 99–101. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-podgotovki-konkurentosposobnogo-vypusknika-magistra-vuza-orientirovannogo-na-professionalnuyu-sredu> (дата обращения: 10.02.2026).

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ
УСТРОЙСТВА ОГНЕУПОРНОЙ ФУТЕРОВКИ**

В работе был проведен сравнительный анализ сметных и рыночных цен на затраты по устройству огнеупорных футеровок различными способами. Информация рыночных цен была взята из открытых источников сети интернет и актуальных прайсов поставщиков. При проведении сравнительного анализа было выявлено, что самое большое отклонение наблюдается в заработной плате рабочих и машинистов. Рыночный фонд заработной платы рабочих выше сметных показателей, что обуславливается дефицитом рабочих на рынке труда. Перерасход фонда заработной платы ведет к сокращению прибыли организации, а в случае с торкретированием газохода ручным способом и огнеупорной кладкой организация несет убытки [1]. Если говорить о сроке службы материалов, то использование огнеупорных изделий при выполнении работ огнеупорной кладкой дольше, чем огнеупорные смеси, используемые при выполнении работ торкретированием [2;3]. При сравнении торкретирования газохода механическим способом, ручным способом и огнеупорной кладки газохода, исходя из вышеизложенной информации, было определено, что в каждом виде работ есть показатели как удешевляющие, так и удорожающие процесс производства работ. При применении износостойких материалов на определенных участках газохода, увеличивается его срок службы, и сокращается количество его ремонтов, а при ускорении производства работ на иных участках, процесс удешевляется за счет сокращения фонда оплаты труда. Исходя из проведенных расчетов с учетом будущих стоимостей ремонтов, наиболее экономически эффективным является комбинированный способ выполнения работ [4]. Так как данный способ включает в себя преимущества торкретирования механическим способом, в частности по фонду оплаты труда, и огнеупорных работ – в сроке эксплуатации.

Список используемых источников

1. Пашков Е. И., Пермяков М. Б., Краснова Т. В. Современные технологии футеровки газоходов тепловых агрегатов огнеупорными материалами // МНИЖ. 2021. №6-1 (108).
2. Пермяков, М. Б. Технология устройства футеровок газоходов средствами торкретирования на промышленных объектах Урала / М. Б. Пермяков, Е. И. Пашков // Строительное производство. – 2025. – № 1. – С. 112-118. – DOI 10.54950/26585340_2025_1_112. – EDN YCNPSD.
3. Пермяков, М. Б. Организация огнеупорных футеровок средствами торкрет машины TOR-1 / М. Б. Пермяков, Е. И. Пашков // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 82-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 22–26 апреля 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 326. – EDN GTHCON.
4. Pashkov, E.I., Permyakov, M.B., Krasnova, T.V. (2025). Results of Testing High-Temperature Spray Concrete Mixes Used at Metal Production Facilities in the Urals. In: Radionov, A.A., Ulrikh, D.V., Gasiyarov, V.R. (eds) Proceedings of the 8th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety. IC-CATS 2024. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 565. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-80482-3_26

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ В ОРГАНИЗАЦИЯХ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХ ОПАСНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ

Система управления промышленной безопасностью (СУПБ) играет ключевую роль в обеспечении защиты персонала, окружающей среды и имущества организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты (ОПО). Согласно ст.11 Федерального закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и приказом Ростехнадзора от 12.09.2025 №318 [1, 2], аудит для ОПО I класса является обязательной частью процедуры оценки соответствия установленным требованиям промышленной безопасности. Целью настоящей работы является разработка методов и алгоритмов обработки информации, направленных на повышение эффективности системы управления промышленной безопасностью, устранение недостатков существующей практики и внедрение инновационных решений, ориентированных на предупреждение возможных нарушений и снижение рисков аварийных ситуаций. Научная новизна представленного исследования состоит в создании оригинальной методики комплексной обработки информации, позволяющей интегрировать современные технологии мониторинга и управления рисками в деятельность предприятий, эксплуатирующих ОПО [3, 4]. Практическая значимость полученных результатов выражается в возможности повышения уровня безопасности производств, снижения затрат на контроль и обеспечение требуемого уровня промышленной безопасности. Введение обязательного аудита СУПБ и методических требований к его проведению выявили критическую потребность в новых методах обработки информации, что и стало основанием для формирования темы диссертационной работы, направленной на преодоление разрыва между нормативными требованиями и технологическими возможностями организаций.

Список используемых источников

1. Российская Федерация. Федеральный закон от 21 июля 1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». – Текст: электронный // КонсультантПлюс [сайт]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/6e24082b0e98e57a0d005f9c20016b1393e16380/ (дата обращения: 07.02.2025).
2. Приказ Ростехнадзора «Об утверждении руководства по безопасности «Проведение аудита системы управления промышленной безопасностью в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты» от 12.09.2025 № N 318 // Официальный интернет-портал правовой информации. - 2025
3. Наркевич, М. Ю. Развитие методологии создания системы менеджмента качества металлургического предприятия, эксплуатирующего опасные производственные объекты, на основе прикладной цифровой платформы: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Наркевич Михаил Юрьевич. – Магнитогорск, 2023. – 332 с.
4. Методика сбора и обработки информации для контроля состояния территории, зданий и сооружений на опасных производственных объектах металлургического предприятия / В. Д. Корниенко, М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова [и др.] // Электротехнические системы и комплексы. – 2022. – № 4(57). – С. 76-87.

Роменская А.М. (магистр)

ПРОЕКТ ЗДАНИЯ СПОРТИВНО-ТРЕНИРОВОЧНОЙ БАЗЫ В ГОРОДЕ ФЕОДОСИЯ, РЕСПУБЛИКА КРЫМ

Проект реконструкции существующих зданий на объекте ГБУ РК «РСТЦ «Крым-СПОРТ», обособленного подразделения «Спортивно-тренировочная база» в городе Феодосия направлен на модернизацию инфраструктуры и повышение качества предоставляемых услуг. Реализация проекта позволит обеспечить комфортные условия для спортсменов и посетителей, повысить эффективность тренировочного процесса и привлечь дополнительные ресурсы для развития спорта в регионе. Цель проекта – реконструкция существующих зданий и создание современной спортивной базы, соответствующей современным стандартам и требованиям, в том числе с применением систем искусственного интеллекта [1, 2]. Основные задачи проекта: улучшение условий проживания и тренировок спортсменов; создание многофункциональной спортивной зоны, доступной для различных категорий пользователей; повышение энергоэффективности и экологической устойчивости объекта. Решение предусматривает реконструкцию и модернизацию существующих зданий, включая столовую, гостиницы, спортивный зал, сауну и прочие объекты. Предусмотрены новые функциональные зоны, такие как физкультурно-оздоровительный комплекс, футбольное поле с беговыми дорожками, модульная раздевалка и трибуны. Особое внимание уделено вопросам доступности для маломобильных групп населения, обеспечению требований пожарной безопасности и созданию комфортной среды для отдыха и тренировок. Реализация проекта обеспечит достижение следующих результатов: увеличение площади благоустроенной территории до 28711,45 кв. м., строительство новых объектов общей площадью 2616,4 кв. м., организация футбольного поля размером 68x105 метров с искусственным покрытием и освещением, обеспечение доступности объектов для маломобильных групп населения, соответствие требованиям мировых стандартов по пожарной безопасности, доступности и экологии.

Эти меры позволят значительно улучшить инфраструктуру центра и создать благоприятные условия для развития спорта в Крыму.

Список используемых источников

1. Казанцев, Д. В. Концепция реновации зоны спортивных сооружений в Кавголово / Д. В. Казанцев, Е. Р. Возняк // Магистерские слушания: Материалы VIII Межрегион. науч.-практ. конф. в 2-х томах: Санкт-Петербургский гос. архитектурно-строит. ун-т, 2018. – С. 68-71.

2. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта / О. С. Логунова, М. Ю. Наркевич, Е. А. Гарбар, А. Е. Козлова. – Магнитогорск: Магнитогорский гос. техн. ун-т им. Г.И. Носова, 2024. – 102 с.

Работа выполнялась под руководством д-ра техн. наук, доцента Наркевича М.Ю. (AuthorID: 684555)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ СТАЛИ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ КОЛОНН

Для определения характеристик металла существуют разрушающий и неразрушающий методы контроля, каждый из которых позволяют обнаружить разные типы нарушений, дефектов и повреждений. Разрушающие методы, являясь более точными методами, все же трудоемкие, а в некоторых случаях практически не применимы ввиду возможного уменьшения рабочего сечения нагруженных элементов конструкций. Неразрушающий метод для таких нагруженных элементов является единственным методом для определения характеристик стали. В «Пособии по проектированию усиления стальных конструкций» допускается при оценке прочностных свойств стали использовать результаты замеров твердости без отбора образцов [1].

В научной литературе и нормативных документах отсутствуют четкие рекомендации по определению твердости стали в элементах несущих конструкций (в каких местах и сечениях элементов проводить испытания неразрушающим методом контроля).

В данной научной работе освоено более эффективное применение неразрушающего метода контроля (определение твердости по Бринеллю) и выданы рекомендации по определению временного сопротивления и предела текучести стали для элементов несущих конструкций колонн, выполненных из фасонного проката [2].

Методология проведения работ состоит в выборке мест в сечении для проведения испытаний, подготовке поверхности, а также непосредственное проведение испытаний по определению твердости НВ. В шатровой ветви для вертикальных элементов из уголков от «пера» к «обушку» значения временного сопротивления, предела текучести, найденные через твердость НВ увеличиваются. Ближе к «обушку» значения временного сопротивления, предела текучести превышают над проектными значениями порядка на 18%, ближе к «перу» значения занижены на 12% по отношению к проектным данным. Значения временного сопротивления, предела текучести в середине сечения элемента соответствуют проектным значениям.

Результаты исследования позволят определить оптимальные места для проведения испытаний по определению твердости для колонн из фасонного проката.

Список используемых источников

1. Пособие по проектированию усиления стальных конструкций (к СНиП II23-81*). М.: ЦИТП Госстоя СССР, 1988. 125 с.
2. Шаповалов, Э. Л. Определение механических свойств металлоконструкций неразрушающими методами контроля / Э. Л. Шаповалов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2015. – Т. 2. – С. 14-17.

ВЛИЯНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ НА ОБРАЗ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Современный город – это сложная взаимосвязанная система элементов, предназначенных для комфортной жизнедеятельности человека, среди которых архитектурная среда занимает главенствующую роль. Архитектурная среда – это совокупность зданий и сооружений, а также вспомогательных объектов, элементов благоустройства, озеленения и инженерных коммуникаций. Архитектурная среда – это мощный инструмент воздействия на человека, его образ жизни и мыслей, его поведение и восприятие, поэтому создание благоприятной архитектурной среды является главной задачей архитекторов, проектировщиков и урбанистов [1].

Изначально архитектурная среда создается в проектах планировки, но в процессе эксплуатации зданий и территории она может быть изменена стихийно в результате возникших у населения потребностей, функций, маршрутов движения и т.д. Например, регулярный маршрут от подъезда до продуктового магазина у жителей пролегает не по заложенным в проекте пешеходным дорожкам и тротуарам, а по стихийно созданным тропам «желания», таким образом, реализованная по проекту архитектурная среда меняется самими жителями в пользу более удобного варианта маршрута движения.

Скудная архитектурная среда (невывразительность застройки, отсутствие малых форм, недостаточность и низкое качество озеленения, рекреационных зон и т.д.) деструктивно влияет на образ жизни человека. Поскольку в сложившемся паттерне взаимодействия отсутствуют элементы, удерживающие внимание и создающие психологический комфорт. Это приводит к повышенной утомляемости, увеличению числа стрессовых и депрессивных состояний среди населения, снижению работоспособности и т.д. Основная задача при проектировании архитектурной среды сделать ее привлекательной, т.е. провоцировать человека на определённые действия, тем самым влияя на его образ жизни, но при этом не перегружая.

Изучение процессов взаимодействия человека с архитектурной средой и факторов влияющих на выбор тех или иных моделей поведения, позволяет улучшить уже сложившуюся городскую территорию и не допускать ошибок при проектировании новой. Создание более разнообразной архитектурной среды влияет на образ жизни человека посредством создания или изменения его интересов, окружения, маршрутов передвижения. Качественная архитектурная среда делает экономические и социальные блага доступнее, способствует развитию местных сообществ, создает среду для саморазвития, упрощает жизнь маломобильным группам населения, делает город более красивым и приятным для жизни [1].

Список используемых источников

1. Суровцов, М. М. Влияние архитектурной среды на эмоциональное состояние социума /М. М. Суровцов, Копытова А.В. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы 83-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 21–25 апреля 2025 года. Том 1. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2025. – С. 391.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

На сегодняшний день в области здравоохранения возникла потребность обновления инфраструктуры существующих медицинских учреждений. Многие лечебно-профилактические учреждения были построены десятки лет назад и не соответствуют современным требованиям по планировке, энергосбережению и санитарно-гигиеническим нормам. Пандемия COVID-19 показала необходимость создания современной медицинской инфраструктуры, способной адаптироваться к новым условиям. Государством реализуется национальный проект «Здравоохранение», направленный на улучшение качества оказания медицинской помощи населению.

Современные тенденции проектирования лечебных учреждений направлены на создание крупных многофункциональных центров, объединяющих стационарные отделения, поликлиники и диагностические центры. Это позволяет оптимизировать процесс диагностики и лечения пациентов.

Существует ряд особенностей проектирования лечебно-профилактических учреждений. Во-первых, четкое функциональное зонирование на ограниченной территории. Необходимо грамотно разместить палаты, врачебные кабинеты, операционные, процедурные, лаборатории, аптечные пункты и др. с учетом правильной организации потоков пациентов и медицинского персонала, разделения территорий на чистые и грязные зоны, амбулаторные и стационарные отделения, инфекционные и терапевтические блоки. Во-вторых, достижение комфортных условий микроклимата помещений, температуры, влажности воздуха. В-третьих, удовлетворение требований предъявляемых к инсоляции помещений различного функционального назначения. В-четвертых, правильная организация пространства, для обеспечения доступа ко всем зонам обслуживания, минимальное передвижение персонала и маломобильных пациентов [1]. В-пятых, обеспечение безопасной эвакуацией персонала и пациентов, особенно из отделений с лежачими больными и инфекционных блоков.

Таким образом, проектирование и строительство современных медицинских учреждений позволит вывести российское здравоохранение на новый уровень, улучшить качество оказываемых медицинских услуг, снизить риски внутрибольничных инфекций и увеличить общую эффективность всей системы здравоохранения.

Список используемых источников

1. Хисматуллина, Д. Д. Анализ и проектное решение поликлиники № 1 в Г. Магнитогорске / Д. Д. Хисматуллина, А. В. Лейченко, А. Д. Харитонов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : тезисы докладов 78-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 20–24 апреля 2020 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020. – С. 498.

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА МЯГКИХ КРОВЕЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНО ПЕРЕРАБОТАННЫХ РЕСУРСОВ

Объект исследования - технологический процесс устройства мягких кровель. Предмет исследования - технологические и организационные решения по совершенствованию устройства мягких кровель с использованием вторично переработанных ресурсов, направленные на повышение их эксплуатационных характеристик, экономической эффективности и экологической безопасности. Эта сфера строительства представляет интерес своей актуальностью и перспективностью [1]. Задачи, решаемые в процессе исследования: проанализировать существующие технологии устройства мягких кровель и опыта применения вторично переработанных ресурсов в производстве кровельных материалов; выявить перспективные виды вторично переработанных ресурсов; исследовать влияние вторично переработанных ресурсов на физико-механические и эксплуатационные характеристики мягких кровельных материалов (прочность, водонепроницаемость, теплостойкость, морозостойкость, долговечность и др.) [2]. Также необходимо: разработать оптимальные составы и технологические параметры производства мягких кровельных материалов с использованием вторично переработанных ресурсов; разработать технологические карты и рекомендации по устройству мягких кровель с использованием разработанных материалов (в том числе и при реконструкции) [3]. В итоге необходимо: оценить экономическую эффективность и экологическую целесообразность внедрения разработанной технологии и обосновать эффективность применения разработанных решений с использованием имитационного моделирования.

Ожидаемым результатом является разработанная и обоснованная технология устройства мягких кровель с использованием вторично переработанных ресурсов, превосходящая существующие аналоги по одному или нескольким параметрам.

Список используемых источников

1. Пермяков, М. Б. Современные технологии и материалы кровельных покрытий / М. Б. Пермяков, Т. В. Краснова, И. А. Кустов // Приоритетные направления современной науки и образования: актуальные вопросы и достижения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 28 июня 2021 года. – Чебоксары: Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования "Экспертно-методический центр", 2021. – С. 25-32. – EDN YBEKHN.
2. Пермяков, М. Б. Инновационные строительные материалы / М. Б. Пермяков, Т. В. Краснова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 19–23 апреля 2021 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – С. 444. – EDN ACPIUR.
3. Пермяков, М. Б. Реконструкция общественных зданий / М. Б. Пермяков, З. Ф. Шарипова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2017. – Т. 1. – С. 268-270. – EDN ZEYWGD.

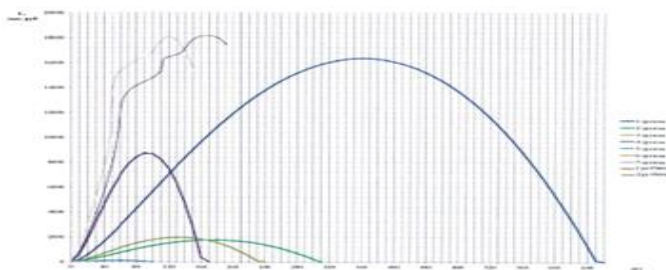
Работа выполнена под научн. рук-вом д-р Ph.D, канд. техн. наук, доц., доц. каф. ПГС Пермякова М.Б. (AuthorID: 535560).

Цывкина П.С. (магистрант)

ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПРОМЗДАНИЯ

Во времени здания и сооружения физически изнашиваются от воздействия внешних природных факторов и результата деятельности человека при эксплуатации объекта. Физический износ сооружения осуществляется в относительных единицах или в денежном выражении. В денежном выражении удобнее, что позволяет учитывать комплекс внешних и внутренних воздействий.

В работе определяется долговечность сооружения на основе оценки физического износа. Производится анализ энергетических взаимодействий, конструкций здания и внешних воздействиями на конструкции. Возможность такого анализа связано со свойством связи энергии и времени независимыми функциями. Потенциалы энергии составного объекта можно складывать. Суммарный потенциал показывает долговечность и состояние объекта [1].



На рисунке приведены отдельные графики «стоимость – время» для отдельных групп конструкций и объединенный график оценки долговечности одного из промышленных сооружений магнитогорского металлургического комбината.

Список используемых источников

1. Варламов А.А. К оценке долговечности зданий и конструкций // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т.2. № 71. С. 186 – 188.

Работа выполнена под научн. рук-вом Варламова А. А. (AuthorID: 716813), канд. техн. наук, доц., гл. строитель ОАО «МГРП», г. Магнитогорск

Чикота С.И. (AuthorID: 535563)

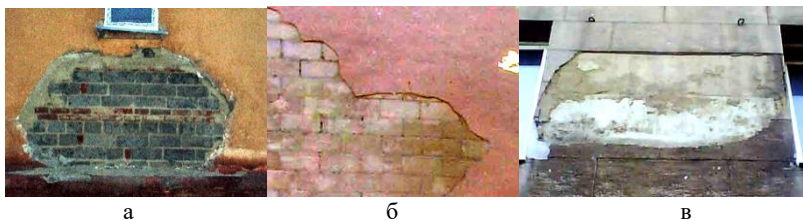
КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НАРУЖНЫХ СТЕН МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ Г. МАГНИТОГОРСКА ДО ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Подавляющее большинство жилых многоэтажных зданий г. Магнитогорска, возведенных до индустриализации строительства, имеют оштукатуренные фасады. Штукатурка скрывает материал наружных стен и в технических паспортах зданий обычно указано, что они возведены из кирпича. На самом деле эта информация не является правильной.

Во-первых, в Магнитогорский кирпичный завод в период своей работы не мог в полной мере обеспечивать нужды строителей кирпичами требуемого качества и количества из-за отсутствия в регионе глины необходимых для производства.

Во-вторых, в качестве местного сырья для производства строительных материалов активно использовались производственные отходы, такие как котельные и доменные шлаки, пригодные для производства шлакобетонов.

В-третьих, ещё до индустриализации строительства трест Магнитострой экспериментировал в поисках эффективных конструктивных решений стен зданий.



Конструкции наружных стен жилых зданий:

а - сочетание кладки из мелких блоков и кирпича; б – кладка из мелких шлакобетонных блоков; в – простенки из крупных шлакобетонных блоков

В стенах зданий малоэтажной жилой застройки использовались мелкие блоки из шлакобетона на котельных шлаках в сочетании с кирпичной кладкой. При этом через 3-4 ряда мелких блоков укладывались 2 ряда из кирпича (рис. а).

После того, как в октябре 1955 года было закончено строительство цеха грануляции доменного шлака, началось массовое производство и использование мелких блоков из бетона на гранулированном доменном шлаке в строительстве домов средней этажности (рис. б). С 1947 года трест Магнитострой на полигонах при строительных площадках осуществлял изготовление сборных конструктивных элементов. С 1955 года таким способом изготавливались крупные шлакобетонные стеновые блоки, которые использовались в простенках между окнами (рис. в) и позволяли сокращать сроки возведения зданий, возводимых из мелких бетонных блоков и кирпича. Таким образом, наружные стены жилых домов имеют различное конструктивное исполнение, а, следовательно, прочностные и теплозащитные свойства.

Чернышева А.С. (AuthorID: 1132120), Наркевич М.Ю. (AuthorID: 684555)

ПРОЦЕССНАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОГО НАПОЛНЕНИЯ ТИМ- МОДЕЛИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Информационное обеспечение цифровой модели объекта капитального строительства представляет собой комплекс процессов и технических решений, обеспечивающих формирование, хранение, обмен, актуализацию и использование данных на всех этапах жизненного цикла объекта — от предпроектной подготовки до ликвидации [1]. Предложена процессная модель информационного наполнения ТИМ- модели промышленного здания на стадии эксплуатации, где представлены два направления эксплуатации здания — технологическая и техническая. В части технологической эксплуатации приводится набор мероприятий, направленных на поддержание параметров внутренней среды и режимов работы инженерных систем. Техническая эксплуатация, описывает работу по поддержанию конструкций и инженерных систем в проектном или допустимом эксплуатационном состоянии на протяжении срока службы. Предложенная информационная модель будет иметь интегрированную структуру, включая блоки энергетической, экологической, пожарной, промышленной, санитарно-гигиенической безопасности и безопасности труда. В результате принимаются решения о проведении мероприятий на ОПО [2, 3]: при необходимости могут проводиться мероприятия по дальнейшей эксплуатации, реконструкции, по капитальному ремонту или по ликвидации (сносу) объекта.

Таким образом, определена цель информационного обеспечения цифровой модели объектов капитального строительства на этапах жизненного цикла – создание единого источника информации. Разработана процессная модель информационного наполнения ТИМ-модели промышленного здания на стадии эксплуатации.

Список использованных источников

1. СП 333.1325800.2020 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла : приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. N 928/пр и введен в действие с 1 июля 2021 г. – Текст : электронный // URL: https://expert.tmbreg.ru/files/Gosudarstvenn/sp_333.pdf (дата обращения: 07.02.2026).

2. Наркевич, М. Ю. Развитие методологии создания системы менеджмента качества металлургического предприятия, эксплуатирующего опасные производственные объекты, на основе прикладной цифровой платформы: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Наркевич Михаил Юрьевич. – Магнитогорск, 2023. – 332 с.

3. Методика сбора и обработки информации для контроля состояния территории, зданий и сооружений на опасных производственных объектах металлургического предприятия / В. Д. Корниенко, М. Ю. Наркевич, О. С. Логунова [и др.] // Электротехнические системы и комплексы. – 2022. – № 4(57). – С. 76-87. – DOI 10.18503/2311-8318-2022-4(57)-76-87. – EDN MLSKSS.

Работа выполнялась при участии д-ра техн. наук Логуновой О. С. (AuthorID: 369721)

Шаповалов Э.Л. (AuthorID: 477699), Панфёрова О.Ю. (AuthorID: 1331306)

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО НОРМАТИВНЫМ ДОКУМЕНТАМ

В процессе оценки технического состояния стальных конструкций применяется методика, отраженная в нормативном документе [1]. На основе результатов проведенного обследования зданий и сооружений определяется степень износа конструкций. При расчете на устойчивость элементов конструкций, имеющих повреждения в виде общего искривление по всей длине, предусматривается два подхода. Сжатые сплошностенчатые и сквозные элементы стальных конструкций рассчитываются согласно п. 2.35 и п. 2.41 как внецентренно сжатые. Отличие данных пунктов состоит в формульной оценке коэффициента k , который включен в определение приведенного относительного эксцентриситета $m_{ef} = k \eta n_f$. Второй подход согласно п. 2.37 состоит в расчете на устойчивость сжатых стержней из парных уголков. В этом пункте необходимо определить условные относительные стрелки искривлений в двух плоскостях u_0 и v_0 . Но не сказано, что первое значение - в плоскости конструкции, а второе - из плоскости. Поэтому произошла путаница в таблицах (при нахождении параметра φ_{in}) где они стоят не на своем месте, ведь симметрии искривлений в двух плоскостях абсолютно разные. Это может существенно сказаться на неправильной оценке категории технического состояния. К тому же и изображения парных равнополочных и не равнополочных уголков по таблицам, не соответствуют действительности. При натурном освидетельствовании конструкций стропильных ферм покрытия часто отмечаются повреждения в виде общих и местных искривлений элементов. Аналитически конфигурацию элементов данных конструкций можно рассматривать по-разному, с учетом принятия методики расчета. В результате расчета элементов конструкций ферм из парных уголков при различной нагрузке и степени искривления по двум пунктам нормативного документа [1] - 2.35 и 2.37 получилось, что разница при оценке технического состояния составляет 2 - 2,5 и более раза, в сторону увеличения по п. 2.35. Наиболее реалистичные параметры расчета приходятся на п.2.37. Недостатком таблиц является их ограниченность по величине искривления.

Конструкций зданий и сооружений, имеющих длительный срок эксплуатации, будет только увеличиваться. И оценка их технического состояния с учетом имеющихся дефектов и повреждений является насущной задачей по безопасной эксплуатации зданий и сооружений. Данный документ принадлежит к советскому периоду выпуска и формально устарел. Необходимо пересмотреть его с учетом современных требований с расширенным сортаментом элементов. Положительной оценкой документа является инженерный подход расчетной методики оценки состояния конструкций, который необходимо сохранить.

Список используемых источников

1. Пособие по проектированию усиления стальных конструкций (к разделу 20 главы СНиП II-23-81*). – М.: Стройиздат, 1989. 104 с.

Секция «Урбанистика и городское планирование»

УДК 721.01

Копытова А.В. (магистрант), Суровцов М.М. (AuthorID: 634573)

ВЛИЯНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ НА ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СОЦИУМА. ЗВУК

Рост урбанизации и техногенной нагрузки приводит к повышению уровня шумового загрязнения, что негативно влияет на психическое и физическое здоровье горожан [1]. Вместе с тем, звуковая среда остаётся недооценённым ресурсом в градостроительстве [2]. Современный подход требует перехода от борьбы с шумом к активному проектированию акустической среды как компонента качества жизни и эмоциональной идентичности города [3].

Звуковая среда города традиционно рассматривалась как негативный фактор - источник шума и стресса. Однако в последние десятилетия подходы изменились: звук стал изучаться как важный элемент идентичности территории, инструмент навигации и способ улучшения психологического комфорта [4]. В работе рассматривается, как через управление саундскейпом можно влиять на эмоциональное состояние социума, снижать уровень тревожности и повышать качество городской жизни.

Через звук территория передает характер, настроение и культурный код. Хорошо выстроенное городское аудио работает как бренд — оно создаёт ассоциации и эмоционально связывает людей с пространством.

Целью исследования является разработка концепции адаптивной звуковой среды города на основе модернизированной системы громкоговорителей, способствующей повышению комфорта, безопасности и идентичности общественных пространств.

Звуковая среда является неотъемлемой частью архитектурного пространства города и оказывает значимое влияние на эмоциональное состояние социума. Современные технологии и междисциплинарный подход позволяют трансформировать саундскейп из источника дискомфорта в инструмент улучшения качества жизни. Перспективным направлением является разработка и внедрение адаптивных акустических систем, способных гибко реагировать на изменения городской среды и потребности жителей.

Список используемых источников

1. Шейфер Р.М. (1969). Концепция саундскейпа.
2. Материалы проекта «Городской резонанс».
3. Бондаренко М.П. Аудиальная среда как элемент коммуникации в городской среде.
4. Статья «Аудиоформаты как главный носитель коммуникации в городской среде». (https://www.vedomosti.ru/press_releases/2026/01/21/audioformati-kak-glavnii-nositel-kommunikatsii-v-gorodskoi-srede-novaya-zvukovaya-identichnost-iera-audialnogo-brendinga-gorodov)

Морева Ю.А. (AuthorID: 489374), **Кротов И.А.** (магистрант)

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ ЗАСТРОЙЩИКА ОТ ФИНАНСОВЫХ КРИЗИСОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Строительный комплекс занимает одно из ключевых отраслей национальной экономики, формируя инфраструктуру, которая обеспечивает полноценную жизнедеятельность общества. Строительство объектов инфраструктуры осуществляет застройщик – юридическое лицо, которое организует, финансирует, в том числе в рамках привлеченных средств, и возводит здания разного назначения.

На всех этапах строительства застройщик сталкивается с разного рода рисками:

- финансовые риски, связанные с проблемами финансирования, кризисными ситуациями в экономике, неплатежеспособностью заказчика и иные;
- операционные риски, сопряженные с ненадежными подрядными организациями, проблемами с поставкой материалов, оборудования, незапланированными ограничениями на строительство объектов;
- правовые риски, обусловленные спорами с дольщиками, отсутствием необходимой разрешительной документации и (или) нарушением процедур.

Особо остро ощущается взаимосвязь финансовых рисков и усложнения условий хозяйствования [1]. Всем строительным компаниям необходимо корректно реагировать на перманентные трансформации внешней и внутренней среды. Финансовые риски, выявленные максимально быстро, могут эффективно нивелироваться в рамках финансового менеджмента, а их негативное влияние на прибыль, рентабельность, устойчивость и стабильность субъекта рыночной экономики может быть минимальным.

Государство в рамках своих полномочий оказывает поддержку застройщикам при неблагоприятной экономической обстановке путем ограничения начисления неустоек, штрафов и пеней за просрочку сдачи объектов капитально строительства [2]. Не менее важным стабилизационным инструментом являются и льготные кредиты, которые позволяют сократить расходы и направить финансовое сальдо на увеличение темпов строительства и последующего ввода в эксплуатацию объектов капитального строительства.

Исследование направлено на поиск, анализ и систематизацию механизмов защиты застройщиков в условиях рыночной экономики. В процессе работы были выявлены особые экономически обоснованные методы, которые стабилизируют строительный сегмент экономики и обеспечивают предсказуемость рыночной динамики.

Список используемых источников

1. Крюковцева Н.С. Анализ финансовых рисков предприятия / Н.С. Крюковцева // Экономика и бизнес: теория и практика. - 2019. - № 11-2 (57). - С. 26-29. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-finansovyh-riskov-predpriyatiya>.
2. Шарафутдинов А.Г. Основы управления финансовыми рисками в деятельности организации / А.Г. Шарафутдинов, А.И. Ефремова // Актуальные вопросы устойчивого развития современного общества и экономики: Сборник трудов 2-й Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 27–28 апреля 2023 года / Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С.58-60.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС

Актуальность заключается в растущей уязвимости жилищного фонда перед новыми климатическими вызовами, такими как учащение экстремальных погодных явлений (волн жары, ливней, ураганов), повышение средних температур и изменение режима осадков [1]. Существующие нормативы и проектные решения зачастую не учитывают прогнозируемые климатические сценарии, что требует пересмотра подходов на всех этапах жизненного цикла здания [2].

Цель работы - оценить комплексное воздействие меняющихся климатических условий на жилой комплекс на протяжении его жизненного цикла, разработать адаптационные меры для повышения его устойчивости, энергоэффективности и экономической целесообразности в долгосрочной перспективе.

Решение начинается с анализа конкретных климатических рисков для региона расположения комплекса (тепловые нагрузки, подтопления, ветровые воздействия). Далее проводится оценка уязвимости существующих или проектируемых систем здания: теплозащиты оболочки, работы инженерных систем (кондиционирования, водоотведения), состояния фундаментов и кровли. На основе моделирования энергопотребления при различных сценариях рассчитываются потенциальные издержки и риски. Определяются адаптационные решения: применение материалов с повышенной теплоустойчивостью и влагоустойчивостью, модернизация систем вентиляции и кондиционирования, устройство «зеленых» крыш и дренажных систем, использование возобновляемых источников энергии. Заключительный этап — экономическое обоснование предлагаемых мер через призму предотвращения будущих убытков и снижения эксплуатационных затрат [3].

В результате была разработана многоуровневая модель влияния климатических факторов на технико-экономические показатели жилого комплекса. Установлено, что наиболее значимые дополнительные затраты в жизненном цикле возникают на этапе эксплуатации из-за роста нагрузки на системы охлаждения и необходимости частого ремонта фасадов и инфраструктуры.

Список используемых источников

1. Федосов С. В., Нармания Б. Е., Смирнова Е. Л., Коновалова В. С., Касьяненко Н. С. Понятие «жизненный цикл здания»: к вопросу о концептуализации // Вестник МГСУ. 2025. Т. 20, № 4. С. 584–595. DOI: 10.22227/1997-0935.2025.4.584-595.
2. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp. DOI:10.1017/9781009325844.
3. Лишай И. Л., Голубова О. С., Кудревич О. О. Сравнительный анализ затрат жизненного цикла жилых зданий различных конструктивных систем, этажности и инженерного обеспечения // Проблемы современного строительства: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 24 мая 2022 г. Минск: БНТУ, 2022. С. 146–152.

Манашенкова В.А. (магистрант), Суворцов М.М. (AuthorID: 634573)

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ СЕВЕРА: ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВЕЧНУЮ МЕРЗЛОТУ И ИНЖЕНЕРНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ

Актуальность исследования связана с тем, что данная тема связана комплексом экономических, экологических и инженерно-технических факторов.

Вечная мерзлота занимает около 67% территории России. Криолита зона имеет развитую городскую и промышленную инфраструктуру, и отличительной чертой является то, что большую часть сооружений построено на свайных фундаментах. Оттаивание мерзлоты провоцирует серьезные риски для инженерной инфраструктуры: проседание и неравномерные деформации грунтов, потерю несущей способности фундаментов, трещины в стенах зданий, разрывы трубопроводов и провалы дорожных покрытий.

Цель работы заключается в комплексной оценке последствий изменения климата для инженерной инфраструктуры в районах распространения вечной мерзлоты и в разработке научно обоснованных рекомендаций по повышению устойчивости зданий и сооружений к климатическим изменениям криолитозоны.

Решение включает три этапа. [1]. Анализ современных климатических трендов, включая динамику температуры воздуха и грунта, продолжительность сезонов и частоту экстремальных погодных явлений в ключевых регионах распространения вечной мерзлоты [2]. Далее требуется оценить риски для различных типов зданий и сооружений – жилых и общественных зданий, промышленных объектов, линейных сооружений связанные с неравномерными просадками фундаментов, потерей несущей способности грунтов [3].

На основе проведенного анализа разработать комплекс адаптивных мер, включающий рекомендации по проектированию и реконструкции зданий с учетом прогнозируемых изменений мерзлоты, предложения по внедрению систем раннего предупреждения и непрерывного мониторинга состояния грунтов и конструкций.

Результаты Исследование показало, что изменение климата существенно усиливает риски для зданий и сооружений в районах вечной мерзлоты. Разработаны практические рекомендации по повышению устойчивости инфраструктуры

Список используемых источников

1. Белолуцкая, М. А. Влияние изменения климата на вечную мерзлоту и инженерную инфраструктуру Крайнего Севера, Санкт-Петербург, 2004. – 24 с.
2. Шереметьев, О. Н. Изменение климата в районах с вечной мерзлотой и его влияние на здания и сооружения. Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство: сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 24 ноября 2023 года.
3. Анисимов, О. А. Оценка влияния изменения климата и деградации вечной мерзлоты на инфраструктуру в северных регионах России. Метеорология и гидрология. – 2002. – № 6. – С. 15-22.

АНАЛИЗ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Актуальность заключается в экологической и экономической целесообразности, поскольку анализ жизненного цикла помогает снизить воздействие на окружающую среду и оптимизировать затраты на всех этапах — от проектирования и строительства до эксплуатации и сноса. Современная практика показывает недостаточную проработанность вопросов комплексного подхода к управлению жилым фондом, что приводит к преждевременному износу зданий и снижению уровня комфорта проживания [1].

Цель работы — всестороннее изучение всех этапов жизненного цикла жилого здания, начиная от проектирования и строительства до реконструкции и демонтажа, сравнение разных конструктивных решений и технологий с точки зрения совокупных выбросов CO₂, энергозатрат и экономической эффективности.

Решение начинается с оценки затрат на строительство, эксплуатацию и демонтаж, расчета экономической эффективности и удобства использования [2]. Далее собираются данные о расходе строительных материалов, транспорте, потреблении энергии и объемах выбросов углекислого газа. Определяются возможные пути сокращения расходов и снижения экологического вреда путем выбора лучших материалов и технологий [3]. Заключительный этап — формулировка рекомендаций по повышению экологической и финансовой устойчивости проекта.

Результаты: были выявлены ключевые факторы, влияющие на его экономику и экологическое воздействие. Были учтены первоначальные инвестиции в строительство, последующие эксплуатационные расходы и финальная стадия демонтажа. Особое внимание уделено материалам и технологическим решениям, позволяющим существенно сократить потребление ресурсов и уменьшить нагрузку на окружающую среду.

Список используемых источников

1. Федосов С. В., Нармания Б. Е., Смирнова Е. Л., Коновалова В. С., Касьяненко Н. С. Понятие «жизненный цикл здания»: к вопросу о концептуализации // Вестник МГСУ. 2025. Т. 20, № 4. С. 584–595. DOI: 10.22227/1997-0935.2025.4.584-595.
2. Кулаков К. Ю., Баронин С. А. Стоимостное моделирование жизненных циклов строительства зданий на основе совокупных затрат и оценка стоимости контрактов на жизненные циклы недвижимости // Недвижимость: экономика, управление. 2019. № 1. С. 32–38. EDN: TXAJEE.
3. Лишай И. Л., Голубова О. С., Кудревич О. О. Сравнительный анализ затрат жизненного цикла жилых зданий различных конструктивных систем, этажности и инженерного обеспечения // Проблемы современного строительства: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 24 мая 2022 г. Минск: БНТУ, 2022. С. 146–152

ЦИФРОВЫЕ ПРАКТИКИ ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕРЕСА ПОДРОСТКОВ К ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЕ РОДНОГО ГОРОДА НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МАГНИТОГОРСКА

В условиях цифровизации современного общества город все чаще рассматривается не только как физическое пространство, но и как социокультурная среда, влияющая на формирование ценностей, идентичности и гражданской позиции подрастающего поколения. Подростковый возраст является ключевым этапом социализации, в рамках которого формируется отношение к родному городу, его истории и культурному наследию. Вместе с тем традиционные формы представления историко-культурного содержания городской среды зачастую не соответствуют медиа предпочтениям современных подростков, ориентированных на цифровые и визуальные форматы восприятия информации [1].

Актуальность исследования обусловлена противоречием между высоким историко-культурным потенциалом городской среды и низким уровнем его освоения подростковой аудиторией. В ходе практического этапа исследования было проведено анкетирование молодежи города Магнитогорска в возрасте от 16 до 30 лет с целью выявления уровня знаний истории родного города. Полученные результаты показали, что более 80 % респондентов испытывают затруднения при назывании ключевых исторических личностей и событий, связанных с развитием Магнитогорска, а знания о истории города носят фрагментарный и несистемный характер [2]. При этом значительная часть опрошенных выразила интерес к получению информации в цифровых и интерактивных форматах. Целью исследования является разработка цифровых практик, направленных на повышение интереса подростков к истории и культуре родного города. В качестве основного подхода предлагается использование комплекса цифровых инструментов, включающего аудиоэкскурсии, QR-коды, GPS-навигацию и технологии дополненной реальности. Данные инструменты позволяют интегрировать историко-культурный контент непосредственно в городское пространство и обеспечить активное взаимодействие пользователя с объектами городской среды. В рамках исследования разработана концепция цифрового маршрута по знаковым точкам города Магнитогорска, предусматривающая размещение QR-кодов на объектах городской среды. Сканирование кода позволяет пользователю получить доступ к аудио сопровождению и AR-сценам, визуализирующим исторический контекст конкретного места. Такой формат способствует формированию устойчивого интереса подростков к истории города, повышает уровень вовлеченности и способствует укреплению локальной идентичности.

Список используемых источников

1. Колесник А.М. Историческая память и идентичность молодежи / А.М. Колесник // Социология образования. - 2021. - № 5. - С. 112–117.
2. Кузнецова Н.Л. Краеведение как средство воспитания гражданственности / Н.Л. Кузнецова // Проблемы образования. - 2020. - № 2. С. 56–60.

Родионова А.А. (AuthorID: 1191802), Петухова А.Д. (магистрант)

ПРАВО ПОДРОСТКОВ НА ГОРОД: АНАЛИЗ КОНФЛИКТОГЕННОСТИ СРЕДЫ И МЕХАНИЗМЫ СОЗДАНИЯ ЛЕГИТИМНЫХ ПРОСТРАНСТВ (НА ПРИМЕРЕ МАГНИТОГОРСКА)

Актуальность исследования обусловлена обострением межпоколенческих конфликтов за право на общественные пространства. Отсутствие легитимных и доступных мест для неформального подросткового досуга ведет к стихийному захвату подъездов, дворов и площадок, что порождает социальную напряженность и блокирует реализацию права подростков на город.

Целью работы является разработка практических механизмов снижения конфликтности городской среды Магнитогорска путем формирования сети инклюзивных пространств, отвечающих потребностям подростков.

Методологическую основу составил комплексный подход, интегрирующий качественный и количественный анализ. Для локализации конфликтов был проведен контент-анализ обращений жителей в социальных сетях. Пространственный GIS-анализ позволил оценить размещение и пешеходную доступность существующей инфраструктуры. Социологический опрос подростков 12-17 лет выявил их реальные практики и запросы. Полученные результаты подтвердили ключевую гипотезу: конфликтное поведение подростков является симптомом системного нарушения их права на город, вызванного дефицитом легитимных пространств для самореализации. Конфликтность среды имеет двойную природу. С одной стороны, наблюдается физический дефицит релевантной инфраструктуры в жилых массивах, особенно в Орджоникидзевском районе, где объекты досуга централизованы. С другой стороны, даже существующие муниципальные учреждения оказываются социально неинклюзивными, так как не предоставляют возможностей для спонтанного, нерегламентированного общения и воспринимаются подростками как «казенные». Это свидетельствует о разрыве между макрополитикой, ориентированной на крупные инфраструктурные объекты, и необходимостью решения локальных социально-пространственных конфликтов на уровне жилых дворов. В качестве механизмов трансформации городской среды предложена комплексная пилотная программа для Магнитогорска. Она включает архитектурно-планировочные меры, такие как создание сети адаптированных микро-пространств «База 14+» в конфликтных дворах и легитимизация подростковых зон в проектах благоустройства. Важным интеграционным механизмом видится адаптация ресурсов федерального проекта «Своя атмосфера» для создания сети локальных подростковых центров притяжения как модели практической реализации их права на город. В заключение можно утверждать, что преодоление конфликтности требует принципиального сдвига от политики ограничений к стратегии созидания легитимности. Это достигается через соучастие и создание физически присутствующих, социально признанных пространств, которые операционализируют теоретическое право подростков на город в их повседневной жизни.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕРНИЗАЦИИ БОРДЮРНОГО КАМНЯ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

В настоящее время большую роль в формировании комфортной и безопасной городской среды играет качество элементов уличной инфраструктуры, таких как бордюрный камень. Данные элементы используются в широком спектре городских пространств, начиная от пешеходных зон и тротуаров в жилых кварталах, заканчивая магистральными улицами и общественными пространствами. Распространение и интенсивная эксплуатация бордюрного оборудования накладывает повышенные требования к его состоянию, безопасности и соответствию принципам доступной среды [1].

Для повышения эффективности управления этой инфраструктурой и качества проводимых работ существуют системы технологического анализа и сравнительной оценки, основанные на использовании методов технической диагностики, экономического моделирования и социальной оценки [2]. Методология основана на комплексном осмотре объектов контроля, анализе их состояния, а также на оценке эффективности различных технологий вмешательства. Инженерно-технологический анализ позволяет выделить три принципиально разных подхода к работам с бордюрным камнем, различающихся степенью вмешательства в существующую инфраструктуру: традиционная полная замена; фрезерование (шлифовка) существующего бордюра; локальная замена с минимальным вскрытием («щелевой метод») [3].

На примере условного квартала города Магнитогорск приведена комплексная методика диагностики, включающая сравнительный анализ технологий, и планирования работ по модернизации бордюрного камня. В ходе работы сделаны следующие выводы:

- предложенная методика позволяет значительно уменьшить затраты на модернизацию бордюров
- оптимальным является подход, комбинирующий фрезерование, локальную и полную замену в зависимости от детальной диагностики состояния каждого участка бордюрного камня;
- реализация невозможна без внесения поправок в муниципальные стандарты, повышения компетенций заказчиков и диалога с жителями.

Список используемых источников

1. СП 59.13330.2020 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения».
2. ГОСТ 32958-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Бортовые камни. Технические требования». — М.: Стандартинформ, 2015.
3. Методические рекомендации по применению бестраншейных технологий в городском хозяйстве. М.: Ассоциация «Национальное объединение строителей», 2021.

Сибгатуллина А.А. (AuthorID: 1297581), Бикбов Р.И. (AuthorID: 1290030),
Родионова А.А. (AuthorID: 1191802)

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В МАГНИТОГОРСКЕ ЗА ПЕРИОД 1949–2024 ГГ.

Изменение климатических условий в городах с высокой техногенной нагрузкой является актуальной научной задачей, поскольку климатические тенденции напрямую влияют на состояние городской среды. Целью данного исследования является анализ многолетних изменений температуры воздуха в городе Магнитогорск за период 1949–2024 гг. Для достижения этой цели использованы данные наблюдений, предоставленные Росгидрометом, а также базой GSOD [1]. На основе этих данных проведена статистическая обработка.

В рамках анализа рассматривались три ключевых климатических показателя: средняя, максимальная и минимальная температура воздуха. Анализ динамики максимальных температур воздуха показывает тенденцию к увеличению экстремально жарких периодов. Подобные изменения могут приводить к росту тепловой нагрузки на городскую среду, а также к ухудшению уровня комфорта для населения [2]. Анализ минимальных температур также показывают повышение. Совокупность выявленных изменений - рост максимальных температур и повышение минимальных - свидетельствует о постепенном смещении климатического режима Магнитогорска в сторону более тёплых условий.

Полученные результаты исследования подтверждают наличие устойчивого тренда климатического потепления в Магнитогорске за последние 75 лет. Наблюдения за температурным режимом показывают не только постепенное повышение средних значений температур воздуха, но и изменение характера экстремальных температурных проявлений. Дальнейшие этапы исследования включают построение прогнозных моделей на 20 лет вперёд, что позволит оценить возможные сценарии изменения температуры. Помимо этого, планируется анализ влияния климатических изменений на конкретные здания и элементы городской инфраструктуры. Повышение температур, усиление тепловых волн, сокращение продолжительности холодных периодов - все эти факторы способны существенно изменить условия эксплуатации строительных объектов, повлиять на долговечность конструкций, работу инженерных систем и требования к энергоэффективности. Оценка этих аспектов позволит выявить потенциальные риски и определить наиболее уязвимые элементы городской застройки.

Список используемых источников

1. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Официальный портал метеорологических данных [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.meteorf.gov.ru/> (дата обращения: 07.02.2026). – Загл. с экрана.
2. Погода-Сервис. Архив метеорологических наблюдений по городам России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pogoda-service.ru/> (дата обращения: 07.02.2026). – Загл. с экрана.

Работа выполнена под научн. рук-вом Родионовой А.А. (AuthorID: 1191802)

Смоленцева И.А. (магистрант), Суровцов М.М. (AuthorID: 634573)

КАЧЕСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ДИЗАЙН-ПРОЕКТОВ БЛАГОУСТРОЙСТВА: КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ И АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Качественный дизайн-проект благоустройства придомовой территории – это не просто набор чертежей и визуализаций, а комплексный документ, определяющий облик, функциональность и долгосрочную жизнеспособность пространства [1]. В условиях современных вызовов, связанных с урбанизацией, изменением климата и социальными трансформациями, требования к проектированию и оформлению дизайн-проектов значительно возрастают [2].

Цель работы включает в себя поэтапное проектирование и оформление дизайн-проектов благоустройства, которые в будущем приведут к созданию функциональных, эстетических, безопасных и гармоничных общественных пространств, стимулирующих социальную активность, отвечающую потребностям жителей и способствующих повышению качества городской среды.

В этапы проектирования входят:

I. Качественное проектирование: от концепции к реализации, где происходит глубокий анализ исходной ситуации, разборка функционального зонирования, выбор оптимальных технических решений, проектирование зеленых насаждений, разработка элементов благоустройства (МАФ), инженерное проектирование.

II. Современное оформление дизайн-проектов: Визуализация и информативность. На втором этапе рассматриваются разнообразие форматов, где используются традиционные чертежи, 3D-визуализация, интерактивные модели: так же не мало важно использовать детализацию и информативность, язык проекта, оформление которого доступного не только специалистам, но и всем участникам процесса, включая жителей.

III. Актуальные тенденции в проектировании и оформлении: представляет собой использование: Экологической осознанности, Интеграции с городской средой, создания "умных" пространств, партисипаторное проектирование, универсальный дизайн

Качественное проектирование и оформление дизайн-проектов благоустройства – это многогранный процесс, требующий глубоких знаний, творческого подхода и владения современными инструментами [3]. Уделяя должное внимание всем этим аспектам, можно добиться создания не просто красивых, но и функциональных, долговечных и любимых жителями придомовых территорий.

Список используемых источников

1. Глинкина, И. Г. Проектирование комфортной городской среды: учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2018. – 240 с.
2. Проектный менеджмент в сфере городского развития: учебник / под ред. И. В. Корнеевой. – М.: Издательство МГСУ, 2020. – 416 с.
3. Радужный, В. А. Инженерные системы благоустройства территории: учебное пособие. – М.: Издательство МГСУ, 2019. – 352 с.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Современные климатические изменения оказывают комплексное и многоуровневое воздействие на микроклимат жилых зданий в промышленных городах. В условиях высокой плотности застройки, значительной антропогенной тепловой эмиссии и специфического характера загрязнения атмосферы данные изменения проявляются существенно интенсивнее, чем в городах, где отсутствует промышленность.

Особенностью промышленных городов является наличие дополнительных источников теплового и аэрозольного загрязнения от промышленных предприятий, а также транспортных узлов, инженерной инфраструктуры. Повышенные концентрации загрязняющих веществ изменяют радиационные свойства атмосферы, способствуют дополнительному нагреву приземного слоя воздуха и ухудшают санитарно-гигиенические параметры внутренней среды жилых зданий [1]. В результате формируются новые микроклиматические параметры, которые не отвечают требованиям существующим санитарным нормам и правилам и требуют рассмотрения для комфортного пребывания людей внутри зданий [2].

Проведённый анализ отечественных и зарубежных научных публикаций, а также диссертационных исследований показывает, что большинство существующих работ уже утратили свою актуальность на сегодняшний день, а исследования, посвящённые городскому микроклимату ориентированы на мегаполисы не выделяя специфику промышленных городов как самостоятельного объекта исследования [3].

Данное исследование направлено на формирование научно обоснованных критериев оценки микроклимата жилых зданий в условиях изменяющегося климата и может служить основой для корректировки нормативных требований, совершенствования расчётных методик и разработки адаптационных решений в области архитектурно-строительного проектирования и эксплуатации жилого фонда промышленных городов.

Список используемых источников

1. Харлов, Д.А. Выбор оптимальной системы отопления в жилом модуле платформы «Беркут» / Ю.Н. Новоселова, Ю.А. Морева, Л.Г. Старкова, Д.А. Харлов // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2025. №10(286). С. 20-22.
2. Новоселова Ю. Н., Трубицына Г.Н. Теплоснабжение и вентиляция. Электронное издание. - Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2015. – 139 с.
3. Суворцов, М. М., Старкова Л.Г. Совершенствование методики экономической оценки энергосберегающих мероприятий в системах ТГВ / Актуальные проблемы современной науки, техники и образования.-Магнитогорск – 2019. – Т. 10, № 2. – С. 14-17.

Церетели В.А. (магистрант), Суровцов М.М. (AuthorID: 634573)

ИНТЕГРАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ В ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛОГО РАЙОНА: ОТ ГЕНЕРАЦИИ ПЛАНИРОВОЧНЫХ ВАРИАНТОВ К ВЕРИФИКАЦИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Актуальность исследования связана с тем, что при проектировании жилых районов требуется быстро сравнивать множество планировочных решений при одновременном соблюдении ограничений участка и достижении показателей качества среды. Ручной перебор вариантов ограничивает разнообразие морфологий и повышает риск выбора визуально привлекательных, но количественно неэффективных решений.

Цель работы — предложить воспроизводимый workflow, в котором нейросетевые инструменты используются для генерации вариантов планировки, а отбор выполняется на основе измеримых градостроительных метрик и наглядной визуализации.

Решение включает три этапа. 1[1]. Постановка задачи: формализация ограничений (границы, красные линии, каркас улиц, функциональные зоны) и целевых метрик (плотность/коэффициент застройки, доля озеленения, проницаемость, доступность ключевых объектов) [2]. Генерация: получение пакета альтернатив в Architectures.AI, TestFit и Digital Blue Foam (DBF) с параметрическим управлением типологиями и расстановкой корпусов [3]. Верификация и коммуникация: унификация результатов в таблицу показателей, фиксация конфликтов (разрывы пешеходных связей, нерациональные пятна застройки, фрагментация озеленения) и формирование сценарных визуализаций выбранных решений в Stable Diffusion.

Результаты: сформирован цикл «генерация — проверка — уточнение ограничений — повторная генерация», позволяющий расширить пространство поиска и сделать выбор решений прозрачным. На учебном кейсе получено более 20 вариантов, разработана матрица сравнения по метрикам качества, сформулированы правила корректировки входных требований для уменьшения типовых ошибок генерации. Подход снижает трудоемкость предпроектной проработки и повышает воспроизводимость решений в градостроительном проектировании.

Список используемых источников

1. Sanchez T.W., Shumway H., Gordner T., Lim T. The prospects of artificial intelligence in urban planning. *International Journal of Urban Sciences*. 2023. DOI: 10.1080/12265934.2022.2102538.
2. Fistola R., La Rocca R.A. Artificial Intelligence for Urban Planning—A New Planning Process to Envisage the City of the Future. *Urban Science*. 2025;9(9):336. DOI: 10.3390/urbansci9090336.
3. He M., Liang Y., Wang S., et al. Generative AI for Urban Design: A Stepwise Approach Integrating Human Expertise with Multimodal Diffusion Models. *arXiv:2505.24260*, 2025.

Чикунев Г.И. (магистрант), **Суровцов М.М.** (AuthorID: 634573)

ПРОБЛЕМА СИМБИОЗА СТАРОЙ И НОВОЙ АРХИТЕКТУРЫ В КОНТЕКСТЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДОВ

Современные города сталкиваются с необходимостью сохранения исторического облика при одновременном строительстве новых объектов и развитии инфраструктуры. Историческая застройка формирует уникальную идентичность городов. Неконтролируемая интеграция новых зданий в историческую среду может привести к дисгармонии и утрате архитектурного наследия. Проблема заключается в поиске решений, которые позволят обеспечить баланс между сохранением исторической идентичности и реализацией новых градостроительных решений, учитывающих современные потребности.

Для разработки стратегии по гармоничному симбиозу старой и новой архитектуры предлагается комплексная оценка по четырем ключевым критериям: архитектурному, урбанистическому, социальному и функциональному. Архитектурный аспект включает соответствие нового объекта масштабу, пропорциям, ритму и стилю исторической среды. Урбанистический критерий предусматривает исследование градостроительного положения объекта, характера окружающей застройки, историческую значимость территории и визуальные связи. Социальный аспект связан с общественным восприятием, которое включает отношение жителей, туристов и экспертов к изменениям в городской среде. Функциональный аспект предполагает оценку формируемых новых общественных пространств, роста интенсивности городской жизни, повышение доступности территории и влияние новой застройки на туристическую привлекательность.

В рамках исследования рассматриваются четыре базовых подхода к интеграции новой архитектуры: симбиоз, вписывание, контраст и подчинение. Симбиоз предполагает органичное сочетание старых и новых зданий за счет использования схожих пропорций, материалов или ритма фасадов, создавая единое архитектурное пространство. Вписывание направлено на создание новых объектов, которые повторяют масштаб, композиционные принципы и стилистику исторической застройки. Контраст основан на намеренном противопоставлении исторических и современных зданий, не разрушая при этом визуальное восприятие района. Подчинение предполагает минимизацию визуального воздействия новой застройки за счет сдержанных объемов, нейтральных материалов и упрощенной формы, позволяя историческим объектам сохранять доминирующее положение.

Применение многофакторной оценки позволит выработать стратегию интеграции современной застройки в историческую среду, которая обеспечит сохранение архитектурного наследия, улучшение городской инфраструктуры, повышение социального комфорта и экономическую эффективность проектов.

Секция «Актуальные проблемы архитектуры, дизайна архитектурной среды и пластических искусств»

УДК 711.5+628.4

Барышникова М.Ю. (AuthorID:703457), Горбунов Н.Е. (студент)

ДИЗАЙН-КОНЦЕПЦИЯ ЭКОПУНКТА НА ТЕРРИТОРИИ ВНУТРИКВАРТАЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ТБО

В результате проектного исследования было выявлено, что современное состояние внутриквартальных площадок ТБО г. Магнитогорска не соответствует задачам благоустройства и устойчивого развития городской среды. К 100-летию юбилею города необходимо принять стратегические меры по облагораживанию внутриквартальных территорий, уделив особое внимание контейнерным площадкам, которые совмещают функции технологического оборудования и малых архитектурных форм.

В данном проекте был предложен креативный подход к организации сбора и сортировки ТБО — «Эко-пункт».



По сути, это локальный мусоросортировочный комплекс, способствующий вовлечению населения микрорайона в процесс экологичной утилизации бытовых отходов. Одной из главных задач проектной концепции является упрощение процесса сортировки и вовлечение жителей в систему рециклинга.

Конкретным решением для 143 микрорайона стала разработанная площадка с разделением отходов на четыре категории: бумага, пластик, стекло и смешанные отходы, а также с отдельным отсеком для опасных отходов. Каждый контейнер подписан и оснащён колесами для удобства обслуживания. Конструкция ТБО включает защитный навес и закрытый корпус, что не только маскирует баки, но и защищает их от осадков и солнечных лучей. Современный внешний вид, зелёные акценты и использование природных строительных материалов - подчёркивают экологическую направленность объекта и формируют эстетически привлекательное городское пространство, способствующее повышению экологической культуры жителей.

Барышникова М.Ю. (AuthorID:703457), **Копылов К.С.** (студент)

КОНЦЕПЦИЯ СОВРЕМЕННОЙ ПЛОЩАДКИ ТКО КАК ЭЛЕМЕНТА КАЧЕСТВЕННОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Актуальность разработки современной площадки для накопления твёрдых коммунальных отходов (ТКО) обусловлена конфликтом между растущими требованиями к экологии и качеству городской среды и устаревшей, часто антисанитарной инфраструктурой сбора отходов. Существующие площадки ТКО, как правило, не стимулируют раздельный сбор мусора, нарушают эстетику дворов и создают негативное восприятие у жителей.



Основной целью разработки данной площадки ТКО является создание удобного, эстетичного и функционального пространства для раздельного сбора бытовых отходов, а также упорядочение системы обращения с отходами и сокращение негативного воздействия мусора на окружающую среду. Проект предлагает концепцию современной площадки ТКО, основанную на глубокой сортировке, эстетической интеграции в застройку и создании комфортных условий для пользователя. Конструкция предусматривает раздельный сбор различных видов вторсырья и ТБО, что способствует повышению экологической культуры среди жителей района. Практическая значимость проекта заключается в предложении конкретного, реализуемого инструмента для модернизации инфраструктуры обращения с отходами.

Основное внимание в проекте уделено архитектурно-планировочному и функциональному решению, трансформирующему утилитарный объект в организованный и художественно полноценный элемент двора. Площадка ТКО, расположенная по адресу Карла Маркса 49, решена как целостный лаконичный модульный павильон. Объект использует комбинацию долговечных материалов, таких как термодревесина и металл. Ключевыми преимуществами площадки является: разделение фракций мусора по удобным маркированным секциям (бумага, пластик, стекло, металл и др.); современная герметичная конструкция, препятствующая распространению неприятных запахов; защита отходов от атмосферных осадков и ветровой нагрузки; а также аккуратный внешний вид, повышающий эстетическое качество дворовой территории.

ДВОРЕЦ ВОДНЫХ ВИДОВ СПОРТА В ГОРОДЕ МАГНИТОГОРСКЕ

Современный этап развития города Магнитогорска характеризуется необходимостью повышения уровня физической активности населения и улучшения инфраструктуры спортивных объектов. В условиях насыщенного индустриального ландшафта возникает потребность в создании многофункционального спортивного объекта, способствующего развитию водного спорта и популяризации здорового образа жизни среди жителей всех возрастов.

Проект Дворца водных видов спорта представляет собой уникальный спортивный комплекс, объединяющий тренировочные бассейны различной глубины и размеров, современные спортивные залы, лекционные аудитории и пространства для массовых мероприятий. Архитектура здания разработана с использованием инновационных технологий энергосбережения, энергоэффективных материалов и концептуальных подходов к природосберегающему строительству. Каждая зона комплекса оснащена системой климат-контроля, регулируемым естественным освещением и современными системами очистки воды.

Особое внимание уделено доступности инфраструктурных зон для маломобильных групп населения, оборудованию специальных дорожек для инвалидов-колясочников и оснащению помещений необходимыми средствами реабилитации. Благодаря наличию универсальной водной площадки дворец сможет успешно функционировать как база подготовки профессиональных спортсменов международного класса, местом организации крупных соревнований городского, регионального и всероссийского масштаба, а также как доступный ресурс для массового посещения жителями разных возрастных категорий.

Дополнительно проектом предусмотрено создание общественного пространства вокруг Дворца вод, включающего пешеходные дорожки, велодорожки и зоны отдыха. Это позволит интегрировать объект в городскую среду, сделав его важным элементом спортивной культуры и социальной жизни горожан.

Создание такого комплекса способствует решению проблемы нехватки специализированных сооружений для занятий плаванием и водными видами спорта, повышает доступность физкультурно-оздоровительных услуг населению, укрепляет здоровье детей и подростков, стимулирует развитие спортивной индустрии и туристической привлекательности Магнитогорска. Этот проект способен стать образцом эффективной реализации концепции гармоничного сочетания спортивно-досуговых функций и экологической ответственности в городских территориях, демонстрируя перспективу для дальнейшего развития других регионов.

Веремей О.М. (AuthorID:287349), **Исаева А.Д.** (студент)

СОЗДАНИЕ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Многоэтажное жилищное строительство является важной составляющей развития городской инфраструктуры и жилого фонда в России. Согласно требованиям нормативных документов и современных трендов в строительстве, такие проекты должны обеспечивать высокий уровень комфорта, безопасность, энергоэффективность и доступность для различных категорий населения [1].

Значение многоэтажных домов

Многоэтажные дома являются одним из основных типов жилых зданий в городах. Такие дома обеспечивают высокую плотность жилья, что позволяет разместить большое количество жителей на небольшой территории, кроме того, такие дома способствуют экономической эффективности за счет снижения затрат на землю и инфраструктуру. Главной особенностью многоэтажных домов является возможность удовлетворять потребности жильцов в пространстве и комфорте. Благодаря разнообразным планировкам и удобствам, многоэтажные дома могут предложить различные варианты жилья, от однокомнатных квартир до больших семейных апартаментов..

Строительство многоэтажных домов в России регулируется нормативами СП 54.13330.2016 "Жилые здания" и СанПиН 2.1.2.2645-10, которые регламентируют планировочные и конструктивные решения, а также санитарно-гигиенические требования к жилым помещениям [2][3]. Учитывая современные требования, проект должен предусматривать оптимальную планировку квартир с учетом нужд жителей, наличие инженерных систем высокого уровня и экологически чистых материалов.

Особое внимание уделяется моделированию планировочных схем с балансом между численностью жильцов и комфортом — например, однокомнатные квартиры площадью не менее 36 м², а дву- и трёхкомнатные — от 60 м². Важнейшие аспекты — обеспечение вертикальной и горизонтальной доступности (лифты, пандусы), безопасность при пожаре и эффективное использование энергии [1].

Проектирование включает разработку планов с учетом нормативных требований по высоте этажей (обычно 2,7–3 м), ширине коридоров, автоматизации систем энергообеспечения и вентиляции [2]. Важным направлением является применение энергоэффективных и экологически чистых строительных материалов, таких как теплоизоляционные системы, современные стеклопакеты и энергоэффективные системы отопления и вентиляции.

Список используемых источников:

1. СП 54.13330.2016 "Жилые здания" <https://nashdom.info/standart/54-13330-2016/>
2. СанПиН 2.1.2.2645-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к жилым помещениям" <https://docs.cntd.ru/document/902461>
3. Официальный сайт национальных проектов России — строительство и жилищное хозяйство. <https://национальныепроекты.рф/>

Веремей О.М. (AuthorID:287349), **Кузнецова Е.С.** (студент)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОЗДОРОВИТЕЛЬНО-РЕКРЕАЦИОННОГО ЦЕНТРА В СОСТАВЕ ТУРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА РЕКЕ БЕЛАЯ

В последние годы развитие внутреннего туризма сопровождается ростом интереса к природно-ориентированным форматам отдыха, что обуславливает необходимость создания туристических комплексов, органично включённых в природный ландшафт. Территория реки Белая, характеризующаяся благоприятными природными условиями и выраженной рекреационной привлекательностью, рассматривается как перспективная площадка для размещения оздоровительно-рекреационных объектов.

Проектируемый центр предусматривает размещение помещений лечебно-оздоровительного назначения, зон активного и спокойного отдыха, общественных пространств, а также объектов питания и сервисного обслуживания. Планировочная организация комплекса основана на принципах функционального зонирования и последовательного восприятия пространства, что способствует рациональному распределению потоков посетителей и формированию понятной системы навигации, соответствующей современным требованиям проектирования рекреационных объектов (1). Архитектурно-пространственные решения направлены на раскрытие видовых качеств прибрежной территории и адаптацию застройки к существующему рельефу.

Формирование объемно-пространственной композиции осуществляется с применением приёмов ландшафтной архитектуры, обеспечивающих визуальную и функциональную взаимосвязь застройки с природным окружением (2). Использование экологически безопасных строительных материалов, энергоэффективных конструктивных решений и естественного освещения позволяет снизить антропогенную нагрузку на территорию и повысить эксплуатационные характеристики объекта.

В ходе работы были определены ключевые подходы к проектированию оздоровительно-рекреационного центра в составе туристического комплекса на реке Белая. Полученные архитектурно-планировочные решения могут быть использованы при дальнейшем освоении рекреационных территорий и разработке туристических объектов, ориентированных на оздоровительный и экологический виды туризма.

Список используемых источников

1. Кияненко, К. В. Архитектура рекреационных комплексов : учебное пособие / К. В. Кияненко. – М. : Архитектура-С, 2019. – 240 с. – EDN .
2. Лежава, И. Г. Ландшафтная архитектура и экология среды / И. Г. Лежава. – М. : Стройиздат, 2020. – 198 с. – EDN .

ИСТИНА И ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ПРАВДА В ИСКУССТВЕ

Актуальность настоящего исследования связана с тем, что искусство, на наш взгляд, помимо прочего, представляет собой особый, специфический способ познания как окружающего мира, так и самопознания (самоосознания) человека. Причем это справедливо как для «производителя» (создателя) эстетических (художественных) благ, так и для их «потребителя» (для публики, для зрителя). Помимо прочего, эта специфичность (особость) данного способа познания [1] заключается в том, что мы определяем как «преднамеренная неадекватность», преднамеренное несоответствие реальности. Причем это может как осознаваться, так и не осознаваться как художником, так и «публикой». Иногда это может быть едва различимым, например, как в произведениях, созданных в духе критического реализма, а иногда «кричащим», преднамеренно вычурным, как в абстракционизме. При этом, как создатель произведения искусства (автор, художник), так и его «потребитель» (публика) не просто согласны с подобной неадекватностью, условностью, парадоксальностью [2], но исходят из неё. (Человек, пришедший в оперный театр был бы крайне недоволен, если бы на сцене вместо того, чтобы петь артисты стали говорить прозой). То есть, обнаруживаемая нами парадоксальность искусства как формы познания не просто возможна, она необходима (иначе лучшим художником следовало бы признать человека с фотоаппаратом). Исследуя вышеозначенный феномен, используя *методологию системного анализа и герменевтики*, мы пришли к нижеследующим *выводам*. Существенным отличием искусства как формы познания от научного познания, является тот факт, что как правило, в научном познании важнейшей целью (хотя и не всегда) является достижение истины. Причем истина здесь обычно трактуется с позиций объективизма, как то, что соответствует действительности. В искусстве же как правило важнее, значимее оказывается художественная правда. Последняя всегда субъективно окрашена и в этом контексте не вполне объективна. Более того, мы пришли к *выводу* о том, что для художника важнее не столько отобразить истинное положение дел, сколько добиться той сверхзадачи, которую он перед собой ставит (например, в том же импрессионизме передать на полотне не фотографию пейзажа, а то настроение, которое он способен породить).

Список используемых источников

1. Дегтярев Е.В., Дегтярева Е.Е. Фундаментальное и прикладное знание: философские и культурологические аспекты // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 78-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2020. – Том 2. – С. 259. – EDN: QPWJMI
2. Дегтярев Е.В., Сеничев И.В. Парадоксальность британского экспансионизма: некоторые аспекты // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2015. – № 1. – С. 137-141. – EDN: TQNENT

ПОЧЕМУ СИНТЕЗ ИСКУССТВ НЕ МОЖЕТ БЫТЬ СИНКРЕТИЗМОМ?

Актуальность настоящего исследования связана с тем, что искусство, на наш взгляд, помимо прочего, представляет собой особый, специфический способ познания как окружающего мира, так и самопознания (самоосознания) человека. *Методология* исследования включает общенаучные методы анализ и синтез, метод интеллектуальной спекуляции, системный подход, метод катарсического самоанализа в процессе художественно-творческой деятельности автора исследования. *Обсуждение.* Сама постановка вопроса «почему синтез искусств не может быть синкретизмом» стала важной для меня в прошлом году в процессе росписи потолка в «Свято-Троицком» храме г. Магнитогорска и работы над очередной ВАКовской статьёй. А именно, после заочной дискуссии с анонимным рецензентом той статьи, который, в рамках аргументации отсутствия логики моих рассуждений отметил следующее: «...ведь если между „синкретизмом“ и синтезом искусства нет разницы, то и тенденция к синтезу искусств – теоретическая химера» [1]. В таком случае для меня, тем самым, *пропадала всякая актуальность исследования предмета* данной статьи, а также *значимость самой росписи в храме, должноствующей нести в массы определенные смыслы, ценности и т.д.*, ибо зародился целый каскад вопросов, важнейшие среди которых: 1) действительно ли существует принципиальная разница между ними? 2) почему исследователи, при дихотомическом делении во время анализа каких-либо явлений, в данном случае – синкретизма / синтеза, – легко «жонглируют» дихотомическими парами, не соблюдая принципиальную терминологическую строгость? *Заключение.* Данное исследование являет собой промежуточный результат и требует дальнейшей философско-художественной рефлексии. Пока лишь ясно, что *проблема кроется* (в том числе) *в мировоззренческой позиции.* «Онтологическая целостность» в синкретизме – это направленность всей системы к тотему, Абсолюту, к Богу, – вера в трансцендентное. Но и в синтезе искусств есть своя «материалистическая вера» – вера в преобразующую силу человека, искусства. Явления, процессы и предметы объективного мира, материальный мир в целом – это те онтологические и гносеологические основания, осознанное использование которых в синтезе позволяет создавать искомое искусство. Но если оба они лишь искусственные теоретические конструкты, созданные аналитической игрой ума человека для формальной научной классификации [2] или для обоснования их значимости для человеческой культуры, то для чего тогда они разведены при слабо обоснованной дихотомии?

Список используемых источников

1. Деменёв Д.Н. Архитектура как основа синтеза искусств: анализ взаимодействия сквозь призму концепции дополнительности // Философская мысль. – 2025. – № 2. – С. 59-81. –EDN: ALIJIR
2. Дегтярев Е.В. К вопросу о научности наших знаний о прошлом // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 78-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2020. – Том 2. – С. 259. – EDN: QPWJMI

Деменёв Д.Н. (AuthorID: 712201), Сафонова К.О. (студент),
Копылов К.С. (студент)

АРХИТЕКТУРА КАК СРЕДСТВО МАНИПУЛЯЦИИ

Актуальность предмета исследования в том, что архитектура является не просто искусством создания зданий и пространств, но и сложным и, порою парадоксальным социокультурным языком, который формирует нашу повседневность через материальные и символические структуры. Она способна управлять социальным взаимодействием и даже навязывать идеологические установки посредством своих агентов: формы, масштаба, пространственной организации и символики. Причем это может как осознаваться, так и не осознаваться живущей (или просто находящейся в данный момент здесь и сейчас) «публикой». Анализируя вышеозначенный феномен, используя *методологию системного анализа и герменевтики*, а также концепцию М.Фуко [1] о дисциплинарной власти – как ядра исследования – мы пришли к нижеследующим *выводам*. Во-первых: на протяжении веков правители, идеологи и корпорации использовали пространственные решения для утверждения власти, контроля и манипуляции. Во-вторых: заблуждением, на наш взгляд, является положение, что архитектура манипулирует не через декларации, а только лишь через материальность и организацию пространств. В основе любого материального воплощения лежат те или иные идеи, постулаты и концепции [2-3]. Следовательно, в-третьих: архитектурная манипуляция – это целенаправленное проектирование для достижения специфических целей, в том числе, и в интересах определенных групп (власти, капитала, институтов). Факт существования подобного положения дел, однако, – это не приговор, а призыв к критической рефлексии и действию. На наш взгляд, этика архитектора, активная позиция гражданского общества через тактический урбанизм и требования «права на город», разработка и, главное, – внедрение принципов инклюзивного соучаствующего проектирования – все это пути к созданию среды, которая не подавляет и не обманывает, а освобождает и вдохновляет [4].

Список используемых источников

1. Фуко М. Надзирать и наказывать: Рождение тюрьмы / Пер. с фр. В.Наумова. – М.: Ad Marginem, 1999. – 480 с.
2. Подобреева Е.К., Старых И.А. Архитектурный проект бизнес-отеля в г. Магнитогорске // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2025. – С. 296. – EDN: MSAPMH
3. Хисматуллина Д.Д., Михайлов П.Е. Современный храмовый комплекс // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2025. – С. 307. – EDN: EVCAVK
4. Деменёв Д.Н. Экзистенциальные и социальные проблемы современной архитектуры: пути преодоления одиночества и социальной изоляции / Д.Н. Деменёв, Е.К. Подобреева, Д.Д. Хисматуллина, К.С. Копылов // Философская мысль. – 2025. – С. 115-137. – EDN: KLWOTO

Работа выполнена под научным руководством доц. Деменёва Д.Н. (AuthorID: 712201)

Котельникова Н.Е. (AuthorID: 1288628), **Султанбаева А.Г.** (студент)

ЭТНОКОМПЛЕКС ОТДЫХА НА БЕРЕГУ ОЗЕРА КАЛКАН

Современная туристическая индустрия стремительно развивается, все больше внимания уделяется уникальным формам отдыха, сочетающим этнокультурное наследие и природные достопримечательности. Озеро Калкан с его живописной природой и богатым культурным фоном региона представляет собой идеальную площадку для создания этно-комплекса отдыха. Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки устойчивых и востребованных туристических продуктов, способствующих сохранению культурных традиций.

Целью работы является создание концепции и проектирование этно комплекса отдыха на берегу озера Калкан, который объединит элементы этнокультуры, экологического туризма и современного сервиса, обеспечивая уникальный опыт для туристов и способствуя устойчивому развитию региона.

В работе предложен комплексный подход, включающий анализ культурного и природного потенциала территории, разработку архитектурного решения с учетом этнокультурных традиций местного населения, а также организацию инфраструктуры для активного и пассивного отдыха. Особое внимание уделяется гармоничному вписанию комплекса в природный ландшафт, использованию экологических материалов и технологий, а также созданию образовательных и культурных программ для посетителей.

Разработана архитектурно-планировочная концепция этно-комплекса с элементами традиционной архитектуры региона, включающая жилые зоны, общественные пространства, выставочные и мастерские площадки для демонстрации народных ремесел. Создана программа культурно-развлекательных мероприятий, направленных на популяризацию местного культурного наследия. Проведен анализ экономической эффективности проекта, показавший потенциал для привлечения туристов и создания новых рабочих мест.

В итоге, предложенный этно-комплекс отдыха на берегу озера Калкан представляет современный и устойчивый туристический продукт, способствующий сохранению культурных традиций и развитию туризма в регионе.

Котельникова Н.Е. (AuthorID: 1288628), **Файзуллина А.В.** (студент)

АРХИТЕКТУРНАЯ КОНЦЕПЦИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ТУРИСТИЧЕСКОЙ БАЗЫ С ЦЕНТРОМ КОННОГО ТУРИЗМА В ДОЛИНЕ РЕКИ ЗИЛИМ

В условиях роста интереса к экологическому, активному и сельскому туризму особую актуальность приобретает развитие туристско-рекреационной инфраструктуры, ориентированной на использование природного потенциала территорий. Республика Башкортостан обладает значительным туристско-рекреационным потенциалом, в том числе территория долины реки Зилим, характеризующаяся выразительными ландшафтами, развитой сетью природных маршрутов и устойчивым туристическим интересом. Актуальность исследования обусловлена необходимостью формирования современной туристической инфраструктуры, обеспечивающей комплексное и экологически устойчивое использование природных территорий. Целью исследования является разработка архитектурной концепции многофункциональной туристической базы сезонного использования, ориентированной на формирование комфортной и разнообразной рекреационной среды. В рамках работы рассматриваются принципы функционального зонирования и пространственной организации туристического комплекса с учётом природно-ландшафтных условий территории.

Проектируемый комплекс предполагает организацию катания на лошадях, обучения верховой езде и применения методов иппотерапии, а также расширение функциональной программы за счёт культурно-просветительных, оздоровительных и активных видов отдыха. В структуре туристической базы предусматриваются пространства для проведения лекций и мастер-классов, банный комплекс, зоны для рыбалки, маршруты для катания на квадроциклах и экскурсионные программы, включая посещение пещер. Комплексный характер функционального наполнения обеспечивает сезонную вариативность использования территории, повышает туристическую привлекательность объекта и способствует увеличению продолжительности пребывания посетителей. Кроме того, реализация туристической базы предполагает создание новых рабочих мест в сфере туризма и рекреации, что оказывает положительное влияние на социально-экономическое развитие прилегающих сельских территорий.

Котельникова Н.Е. (AuthorID: 1288628), **Якубова К.А.** (студент)

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМФОРТНОЙ ЖИЛОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА (НА ПРИМЕРЕ Г. МАГНИТОГОРСКА)

В настоящее время развитие крупных промышленных центров, примером которых является Магнитогорск, сталкивается с серьезным вызовом: необходимостью качественного преобразования жилой застройки в условиях высокой техногенной нагрузки. Доминирующая роль металлургической отрасли и суровый климат региона формируют агрессивную внешнюю среду, накладывающую жесткие ограничения на градостроительную деятельность. Существующий жилой фонд зачастую не соответствует современным требованиям экологической безопасности и визуального комфорта.

В связи с этим, выбор темы обусловлен актуальностью разработки принципов формирования жилой среды, выполняющей защитные и рекреационные функции. Работа направлена на поиск архитектурных решений, способных нивелировать негативное влияние производства. Основной акцент сделан на создании экологически устойчивого пространства: учете аэрационного режима для рассеивания выбросов, организации закрытых дворовых территорий и использовании эффективного озеленения в качестве биофильтра.

Проект демонстрирует, что комфортная среда в индустриальном городе — это сложная система, объединяющая инженерные, экологические и эстетические аспекты. Такой подход позволяет не только улучшить санитарно-гигиенические показатели жилья, но и решить социальную задачу по удержанию населения, превращая промышленный город в безопасное и удобное место для жизни.

Лейченко А.В. (ведущий архитектор ООО "СЗ "ПРОЕКТ-С-47"),
Калмурзина Л.Р. (студент)

ГОСТИНИЧНЫЙ КОМПЛЕКС В Г. СТЕРЛИТАМАКЕ

Гостиница — это многофункциональный архитектурный объект, сочетающий в себе функцию временного комфортного проживания с ролью важного общественного центра. Она является не только визитной карточкой города для гостей, но и активным элементом городской ткани, формирующим социальные и экономические связи [1]. Анализ градостроительной ситуации Стерлитамака выявил острую необходимость в создании современного гостиничного комплекса, способного удовлетворить растущий спрос со стороны делового и событийного туризма. После рассмотрения вариантов были определены наиболее перспективные участки, оптимальные с точки зрения транспортной доступности, логистики и интеграции в существующую застройку.

Целью проектирования является формирование архитектурно-пространственной структуры гостиничного комплекса. Реализация этой цели требует следования чётким критериям, среди которых ключевыми являются функциональная гибкость, единство с городом, комфорт, среда должна быть безопасной, удобной и приятной для пребывания, с учетом потребностей каждого. Ключевая задача — создать среду, где внутренние функции гостиницы (проживание, отдых, работа) будут напрямую и визуально связаны с внешним городским пространством. Данная концепция реализуется через чёткое функциональное разделение на общедоступные и приватные зоны. К общегородским пространствам, открытым для всех жителей, относятся ресторан, спортивный комплекс, спа-центр и конференц-залы, что превращает гостиницу в полноценный центр досуга. Приватная же часть, включающая жилые номера и служебные помещения, обеспечивает уединённость и безопасность для постояльцев [2]. Этот подход трансформирует традиционную модель закрытого объекта размещения в активный урбанистический узел.

Таким образом, комплекс должен стать не просто местом для временного пребывания, а новым центром притяжения и коммуникации, который активизирует жизнь окружающего района, создаст комфортные публичные пространства и станет катализатором для дальнейшего развития выбранной территории.

Список используемых источников

1. Гельфонд, А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: учеб. пособие / А.Л. Гельфонд. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Архитектура-С, 2018. – 280 с.
2. Орлов, И.В. Современная гостиница: архитектура, дизайн, технологии: монография / И.В. Орлов, М.В. Симонова. – СПб.: Профессия, 2019. – 320 с.

Работа выполнена под научным руководством канд. арх., доц. Е.К. Подobreвой (AuthorID: 522994)

Лейченко А.В. (ведущий архитектор ООО "СЗ "ПРОЕКТ-С-47"),
Колесникова Т.А. (студент)

КОМПЛЕКС ВОДНО-ГРЕБНЫХ ВИДОВ СПОРТА В ГОРОДЕ МАГНИТОГОРСКЕ

В настоящее время развитие городской спортивной инфраструктуры является важной градостроительной задачей. Строительство гребной базы в парке «Лукоморье» в Магнитогорске призвано решить проблему отсутствия современной базы для водных видов спорта и создать новый центр притяжения для жителей. Актуальность проекта связана с его социальной значимостью и необходимостью бережного освоения прибрежной территории реки Урал.

Цель работы - разработать проект спортивного сооружения, которое органично впишется в зону отдыха. В рамках проектирования выполнен анализ технического задания и нормативных требований. Основное внимание уделено созданию эффективной планировочной структуры трехэтажного здания. В состав помещений включены эллинги для хранения плавсредств, два тренировочных бассейна, спортивные и тренажерные залы, а также необходимый блок вспомогательных помещений.

Согласно техническому заданию, конструкция здания принята каркасной с металлическим каркасом и ограждающими конструкциями из сэндвич-панелей. В рамках благоустройства территории предусмотрены пешеходные связи и установка двух модульных причальных плотов.

В результате проделанной работы подготовлен комплект проектных решений, полностью отвечающий исходным техническим требованиям. Реализация проекта позволит создать в Магнитогорске современный спортивный объект, который будет служить как для подготовки спортсменов, так и для активного отдыха горожан, гармонично дополнив рекреационное пространство парка «Лукоморье».

Работа выполнена под научным руководством канд. арх., доц. Е.К. Подобревой (AuthorID: 522994)

Лейченко А.В. (ведущий архитектор ООО "СЗ "ПРОЕКТ-С-47"),
Лунова Д.Д. (студент)

АСТРОКОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР В Г.ЧЕЛЯБИНСКЕ

Челябинская область имеет богатую историю освоения космоса. Здесь расположены предприятия ракетно-космической промышленности, включая конструкторские бюро и заводы, занимающиеся производством компонентов для спутников и ракетносителей. В Челябинске находится Южно-Уральский государственный университет, где есть аэрокосмический факультет, который готовит специалистов в космической отрасли. Всё это создает уникальную среду для формирования научного сообщества. Актуальность исследования обусловлена необходимостью развития инфраструктуры науки и образования в Челябинской области, направленной на популяризацию астрономии и космонавтики среди молодежи. Создание Астрокосмического центра позволит повысить уровень заинтересованности школьников и студентов в изучении естественных дисциплин, способствовать формированию научного мировоззрения и подготовить компетентных специалистов для космической отрасли [1].

Основная цель проекта состоит в разработке междисциплинарного образовательного пространства, объединяющего элементы архитектуры, дизайна, технологии и интерактивных форматов представления знаний. Проект направлен на повышение доступности и качества знаний о космосе и науках о Земле среди широкого круга пользователей — от детей дошкольного возраста до профессиональных исследователей и любителей. Особое внимание уделяется интеграции современных технологий, позволяющих наглядно демонстрировать достижения астрономии и космонавтики [2].

Краткое описание решения включает в себя создание многофункционального научно-просветительного комплекса, включающего планетарий, обсерваторию, музей космонавтики, лекционные залы и лаборатории, оборудованные современными технологиями визуализации и моделирования космических процессов. Архитектура центра должна гармонично вписываться в существующий ландшафт и отражать эстетику технологического прогресса, демонстрируя динамичность и инновационность применяемых решений.

Полученные результаты включают в себя концепцию проекта, типы используемых конструкций, решения функционального зонирования помещений и их оптимальные габариты, архитектурный облик фасадов, генеральный план территории и предварительные расчеты стоимости строительства и эксплуатации.

Список используемых источников

1. Арефьев И.В., Черкасов Р.С. Современные подходы к проектированию научно-познавательных центров // Вестник Челябинского государственного университета. Серия: Науковедение. – 2022. – №18. – С. 35-41.
2. Иванов О.М., Петров Ю.И. Особенности проектирования музеев современного типа // Архитектура и строительство России. – 2021. – №5. – С. 12-18.

Работа выполнена под научным руководством канд. арх., доц. Е.К. Подобревой (AuthorID: 522994)

Матвеева В.С. (AuthorID: 1235253), Ионова Е.Н. (студент)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА САНАТОРИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Сфера санаторно-курортных организаций в России затрагивается в рамках национальных проектов «Здоровье нации», «Производительность труда», «Продолжительная и активная жизнь» и «Стратегии развития курортного дела Российской Федерации». Правительство и экспертное сообщество консолидируют усилия, чтобы превратить санаторно-курортный комплекс в современный инструмент укрепления здоровья нации [1]. Задачей стратегии является модернизация и строительство санаториев, которые могут стать местом отдыха и оздоровления населения, в том числе участников СВО и членов их семей.

Уральский регион благоприятен для строительства санаторно-курортных комплексов: уникальные природные условия, климат, лечебные ресурсы (**минеральные воды, лечебные грязи, особо охраняемые природные территории, транспортная доступность, наличие туристических объектов**).

В условиях роста спроса на санаторно - курортные услуги возрастает потребность в современных спальнях комплексах, обеспечивающих: высокий уровень комфорта; соответствие санитарно-гигиеническим и эргономическим нормам [2]; энергоэффективность и экологичность решений; гибкость планировочных решений под разные категории гостей.

Проектная концепция спального комплекса санатория учитывает: оптимальную вместимость при сохранении приватности; функциональное зонирование; интеграцию инженерных систем для комфортного микроклимата; доступность для маломобильных групп населения.

Для постройки нужно разработать комплексный подход к проектированию который будет включать в себя анализ (СП 158.13330.2014), моделирование планировочных схем с учётом: соотношения одно, двух и семейных номеров, размещения общественных зон, организации эвакуационных путей.

Подбор энергоэффективных материалов и инженерных систем: эргономическое проектирование номеров: минимальная площадь одноместного номера - 12 м²; ширина коридоров – не менее 1,8 м. для проезда инвалидных колясок [3].

Список используемых источников

1. <https://национальныепроекты.рф/> <https://base.garant.ru/76848553/>
2. СП 158.13330.2014. Здания и помещения медицинских организаций. <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/1937/>
3. СПиН 2.1.3678-20. Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений <https://docs.cntd.ru/document/573275590>

Матвеева В.С. (AuthorID: 1235253), **Сусанина А.И.** (студент)

ЦЕНТР ПРОГРЕССА БОКСА И ТЕННИСА В Г. УФА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Современные тенденции развития спортивной инфраструктуры ориентированы на формирование многофункциональных комплексов, объединяющих спортивные, общественные и сервисные функции. Такие объекты создают условия для подготовки спортсменов, проведения соревнований и популяризации физической культуры. В городе Уфа, являющемся крупным административным и спортивным центром Республики Башкортостан, существует потребность в проектировании современных специализированных спортивных сооружений.

Целью данной работы является разработка архитектурно-планировочной концепции, фасадов и генерального плана территории центра прогресса бокса и тенниса, предполагаемого к размещению в центральной части города Уфы по адресу улица Ленина, дом 65/5. Проектное предложение ориентировано на организацию тренировочного процесса, проведение соревнований регионального и всероссийского уровня, а также на размещение спортсменов и официальных представителей в период проведения спортивных мероприятий.

Функциональная структура комплекса включает зал бокса, теннисные корты и гостиницу для временного проживания спортсменов, тренеров и судей, что обеспечивает автономность его функционирования [1].

Для транспортного обслуживания в рамках проектного решения предусмотрена закрытая автостоянка, обеспечивающая удобный и безопасный доступ посетителей

Архитектурная концепция центра основывается на принципах функционального зонирования, рациональной организации внутренних связей и выразительности объёмно-пространственного решения. Особое внимание в проекте уделяется разделению потоков спортсменов, зрителей и обслуживающего персонала, а также обеспечению доступности для маломобильных групп населения. В результате работы формируется архитектурная концепция многофункционального спортивного комплекса, рассматриваемая как проектное предложение, направленное на развитие бокса и тенниса и улучшение городской среды города Уфы.

Список используемых источников

1. Кривицкий, А. А. Архитектура спортивных сооружений: учебное пособие / А. А. Кривицкий. – М.: Архитектура-С, 2019. – 256 с.

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ ДЕТСКОГО СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ЛАГЕРЯ

В современных условиях проблема сохранения здоровья детей и подростков приобретает особую актуальность. Снижение уровня физической активности, высокая учебная нагрузка и ограниченное пребывание на свежем воздухе требуют создания специализированных пространств, ориентированных на активный отдых, оздоровление и развитие подрастающего поколения. В связи с этим возрастает значение проектирования детских спортивно-оздоровительных лагерей, обеспечивающих условия для физического развития, отдыха и социальной адаптации детей.

Целью данной работы является разработка архитектурного проекта детского спортивно-оздоровительного лагеря, направленного на формирование комфортной, безопасной и функционально организованной среды для отдыха и занятий физической культурой. Важной задачей является создание рациональной структуры территории, обеспечивающей эффективное взаимодействие различных функциональных зон и удобство их использования.

В ходе исследования выполнен анализ отечественного и зарубежного опыта проектирования объектов детской рекреационной инфраструктуры, а также действующих нормативных требований к размещению и организации подобных комплексов. На основе проведённого анализа сформированы основные принципы организации территории лагеря, предусматривающие функциональное зонирование, удобную систему пешеходных связей, обеспечение безопасности и создание благоприятных условий для различных видов активности детей [1].

Особое внимание уделяется формированию рекреационной среды, способствующей активному отдыху, физическому развитию и социализации детей. Предлагаемые подходы ориентированы на гибкость планировочных решений, возможность адаптации комплекса к различным природным условиям и сезонности использования, а также на эффективное использование территории [2].

При разработке проекта учитываются требования экологичности, доступности среды и комфортности пребывания пользователей. В результате исследования сформированы архитектурно-планировочные принципы проектирования детских спортивно-оздоровительных лагерей, направленные на повышение качества детской рекреационной инфраструктуры. Полученные результаты могут быть использованы при разработке проектов объектов детского отдыха и спорта в различных регионах и климатических условиях.

Список используемых источников:

1. Беляева, Е. Л. Архитектура зданий и комплексов для отдыха детей / Е. Л. Беляева. – М.: Архитектура-С, 2020. – 192 с.
2. Иконников, А. В. Архитектура и среда обитания / А. В. Иконников. – М.: Стройиздат, 2019. – 304 с.

Новикова Т.В. (AuthorID: 1049860), **Держаева П.С.** (студент)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ЛЫЖНО-СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ АЧИНСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА)

Развитие массового и профессионального спорта, а также активного туризма является приоритетной государственной задачей, закрепленной в национальных проектах. Для моногородов и промышленных центров, таких как г. Ачинск, создание качественной спортивно-рекреационной инфраструктуры имеет особую социальную значимость. Анализ природно-географического потенциала территории выявил наличие уникальных предпосылок: в радиусе 10-18 км от города расположена холмистая лесная местность с благоприятным микроклиматом и свежим воздухом, подходящая для лыжных трасс. Однако существующая инфраструктура устарела и не отвечает современным требованиям. Возникает противоречие между высоким природным потенциалом и отсутствием на территории Ачинского района современного, многофункционального и доступного спортивного комплекса, что и определяет актуальность проектной разработки.

Цель работы - разработка современного лыжно-спортивного комплекса, способного стать центром притяжения для жителей г. Ачинска и близлежащих поселений.

В основе концепции лежит принцип «спорт для всех» и круглогодичного использования. Проектом предлагается создание не узкоспециализированной лыжной базы, а спортивно-рекреационного кластера с трассами, инфраструктурой для летних видов активности (трейлраннинг, маунтинбайк), развитой сервисной зоной и продуманной транспортной доступностью. Особое внимание уделяется минимальному вмешательству в природный ландшафт.

В результате работы формируется комплексное архитектурно-планировочное решение, включающее функциональное зонирование территории и технико-экономическое обоснование ключевых элементов [1].

Практическая значимость проекта заключается в создании конкретной, обоснованной основы для дальнейшей реализации, которая позволит решить социальную задачу по обеспечению населения доступной спортивной инфраструктурой, повысит туристическую привлекательность территории и будет способствовать развитию массового спорта и здорового образа жизни в регионе.

Список используемых источников

1. Кузнецов П. В. Функционально-планировочные решения спортивных объектов: проблемы и тенденции развития // Вестник СФУ. Техника и технологии. – 2020. – №7. – С. 45–53.

Новикова Т.В. (AuthorID: 1049860), Гареев Д.У. (студент)

МНОГОКВАРТИРНАЯ ЖИЛАЯ ЗАСТРОЙКА ПО УЛ. 50-ЛЕТИЯ МАГНИТКИ

Современная практика массового жилищного строительства в России характеризуется ростом этажности, однако часто игнорируется качество городской среды. Как отмечают исследователи, типичные микрорайоны формируют агрессивную визуальную среду, способствующую отчужденности жителей [1]. Основными проблемами такой застройки являются дефицит парковочных мест, превращение дворов в стоянки и отсутствие развитой досуговой инфраструктуры в шаговой доступности [2]. В условиях развития многоэтажной жилой застройки в Магнитогорске актуальным становится поиск решений, которые совмещают высокую плотность застройки с комфортом проживания, характерным для более дорогих сегментов недвижимости.

Способом решения проблемы является разработка архитектурно-планировочного решения жилого комплекса повышенной этажности (25 этажей), нивелирующего недостатки типовой высотной застройки за счет вертикального зонирования и интеграции общественных пространств. Проектное предложение для участка по ул. 50-летия Магнитки базируется на отказе от концепции «спального района» в пользу многофункционального жилого комплекса. Для решения проблемы «пустых и обезличенных пространств», характерных для высоток [3], применена стилобатная конструкция, объединяющая две жилые башни. Это позволяет реализовать следующие принципы. Это решает проблему безопасности пешеходов и нехватки парковочных мест. Создание зеленых зон на искусственном рельефе компенсирует «бетонное поле» типовых микрорайонов и снижает эффект «теплового острова», улучшая экологические показатели локации. Наличие встроенной инфраструктуры, рекреационной зоны создает рабочие места, превращая жилье в полноценную среду обитания.

Предложенная концепция доказывает, что при грамотном функциональном наполнении высотная застройка может быть комфортной. Организация парка на стилобате и вынос парковок под землю позволяют создать безопасное пространство для социализации жильцов, предотвращая маргинализацию района, свойственную типовым высокоплотным массивам.

Список используемых источников

1. Гальцев, Д. В. Проблемы этажности строительства в Российской Федерации и пути их решения с учетом опыта Европейского Союза / Д. В. Гальцев // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. – 2019. – № 1. – С. 23. – DOI 10.24411/2658-3569-2019-10001. – EDN ZELDPF.
2. Елизарова, А. И. Проблемы многоэтажной жилой застройки / А. И. Елизарова // Science Time. – 2023. – № 4(111). – С. 60-63. – EDN BWUWOQ.
3. Смирнов, О. О. Влияние высотной застройки на город и городскую среду / О. О. Смирнов // Жилищные стратегии. – 2019. – Т. 6, № 1. – С. 45-64. – DOI 10.18334/zhs.6.1.40471. – EDN RBPCTR.

Подобреева Е.К. (AuthorID: 522994), Субачева Е.В. (студент)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО КОМПЛЕКСА «МУЗЫКАЛЬНЫЙ КВАРТАЛ» НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО КИНОТЕАТРА «СОВРЕМЕННОК» В Г. МАГНИТОГОРСКЕ

Актуальной градостроительной задачей, соответствующей государственным приоритетам в области развития городской среды, является ревитализация утраченных актуальность общественных территорий [1]. В городе Магнитогорске таким участком выступает зона бывшего кинотеатра «Современник», характеризующаяся неэффективным использованием. Близость Магнитогорской государственной консерватории (академии) им. М.И. Глинки и Магнитогорской государственной академической хоровой капеллы им. С.Г. Эйдина формирует значительный культурный потенциал, который в настоящее время не подкреплён необходимой инфраструктурой.

Проблема заключается в функциональной разобщенности учреждений культуры, отсутствии современной концертной площадки и комфортной общественной зоны. Решением является проектирование многофункционального архитектурного комплекса «Музыкальный квартал». Под комплексом понимается группа зданий и сооружений, объединенных общим назначением, единой архитектурно-пространственной композицией и территорией, что является основой для формирования целостной среды [1].

Проектная концепция включает три ключевых элемента: концертный зал, многоуровневый паркинг и общественный парк. Архитектура концертного зала требует тщательной интеграции в сложившийся градостроительный контекст с учетом строгих акустических и функциональных требований [2]. Многоуровневая парковка проектируется как неотъемлемая часть ансамбля с возможностью включения общественных функций. Парк служит связующим рекреационным ядром всего комплекса.

Для визуальной оценки и гармонизации решений применяется трёхмерное моделирование. Фотореалистичные визуализации необходимы для презентации концепции, анализа её восприятия и координации элементов. Реализация проекта позволит преобразовать проблемную территорию в новый культурный центр, сформировать качественное общественное пространство и современную инфраструктуру, что отвечает стратегическим задачам развития городской среды [1, 3].

Список используемых источников

1. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2035 года : утв. распоряжением Правительства РФ от 13 июля 2022 г. № 1847-р. – URL: <http://government.ru/docs/all/157308/>
2. Иконников, А. В. Пространство и форма в архитектуре и градостроительстве / А. В. Иконников. – Москва: КомКнига, 2006. – 352 с. – ISBN 5-484-00424-1
3. Шимко, В. Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование общественного интерьера: учебное пособие / В. Т. Шимко. – Москва: Архитектура-С, 2006. – 296 с. – ISBN: 978-5-9647-0167-5

Подобреева Е.К. (AuthorID: 522994), **Нигматуллин И.З.** (студент)

РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИИ ПОСЕЛКА ДЖАБЫК (КАРТАЛИНСКИЙ РАЙОН) ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОМФОРТА ЛОКАЛЬНОЙ КОМПАНИИ, ПРИВЛЕЧЕНИЯ НОВЫХ ЖИТЕЛЕЙ

В настоящее время стратегической задачей пространственного развития Российской Федерации является комплексное развитие территорий, включая малые населенные пункты, для обеспечения сбалансированного роста и улучшения качества жизни населения. Устойчивое развитие таких территорий, как посёлок Джабык Карталинского района Челябинской области, напрямую связано с их способностью создавать привлекательные условия для жизни, работы и инвестиций. Ключевую роль в этом процессе для данного поселения может играть локальная компания (например, сельхозпредприятие или предприятие по переработке), выступающая градообразующим ядром и заинтересованная в стабильной, комфортной среде для своих сотрудников и развития бизнеса. В то же время, наблюдается устойчивый запрос со стороны жителей близлежащих крупных городов (Челябинск, Магнитогорск) на переезд в малые поселения с развитой инфраструктурой и качественной средой.

Эффективным инструментом решения этих задач для посёлка Джабык является комплексное развитие прилегающих к существующей застройке неосвоенных или неэффективно используемых территорий. Такое развитие позволяет создать современное многофункциональное пространство, интегрированное в социально-экономический каркас поселения и учитывающее специфику ландшафта и потенциал Карталинского района. Успешные практики в области малоэтажного строительства и создания смешанных сред (жилье, работа, отдых) демонстрируют потенциал для оживления территории и притока нового населения. Для моделирования, планирования и визуализации подобных преобразований используются методы градостроительного анализа, функционального зонирования и архитектурно-ландшафтного проектирования.

Таким образом, разработка концепции развития прилегающей территории посёлка Джабык, синхронизированной с интересами локальной компании и направленной на создание комфортной среды для новых жителей, представляет собой актуальную практическую задачу для данного муниципального образования. Реализация такой концепции позволит не только удовлетворить потребности бизнеса в качественной инфраструктуре, но и сформировать новые точки роста для всего поселения, способствуя его устойчивому и комплексному развитию в рамках стратегии Карталинского района.

Подобреева Е.К. (AuthorID: 522994), **Терентьева А.Е.** (студент)

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ «ГОСТИНИЧНЫЙ КОМПЛЕКС В ГОРОДЕ МАГНИТОГОРСКЕ»

В настоящее время сфера услуг и туризма в городе Магнитогорске имеет значительный потенциал для развития, который может быть реализован благодаря нескольким ключевым факторам притяжения. Первичной и мощнейшей движущей силой является градообразующее предприятие ПАО «ММК», генерирующее устойчивый поток деловых гостей, специалистов и участников отраслевых мероприятий. Дополнительным потенциалом обладают уникальная история города как одного из символов индустриализации страны, а также создаваемые рекреационные объекты, такие как новый масштабный парк «Притяжение», способный стать центром семейного отдыха и крупных фестивалей. Инфраструктура гостеприимства, создаваемая в данной сфере, становится необходимой для комплексного обслуживания как промышленно-делового, так и культурно-познавательного и событийного туризма, а также для повышения комфорта проживания горожан. Сформированный спрос и растущие возможности для досуга формируют четкие предпосылки для создания современной, комфортной и многофункциональной гостиничной инфраструктуры. Для реализации этого потенциала и повышения инвестиционной привлекательности города требуются комплексные подходы к проектированию и управлению объектами гостеприимства, основанные на принципах функционального зонирования, энергоэффективности и интеграции в городское пространство. Современный подход к проектированию гостиничных комплексов основан на глубоком анализе потребностей целевых аудиторий, оптимизации логистических потоков, а также на создании синергетического эффекта за счет включения в структуру объекта дополнительных функций - конгресс-холлов, спортивно-оздоровительных и гастрономических объектов. Не менее важны парковочные решения, развитая IT-инфраструктура и концепция устойчивого развития. Создание многофункциональных гостиничных комплексов является проверенным инструментом развития крупных промышленных и деловых центров для привлечения внешних инвестиций и мероприятий.

Для успешной разработки и реализации подобного проекта в условиях Магнитогорска требуется предварительное детальное исследование и проектирование. В частности, для качественного обслуживания растущего потока гостей, связанных с ПАО «ММК», а также посетителей, интересующихся историей города и рекреационными возможностями нового парка «Притяжение», необходим современный гостиничный комплекс. Это позволит значительно повысить статус города и создать новые рабочие места. Для успешной реализации данного проекта требуется постановка и решение комплексной проектной задачи, направленной на создание комфортной, технологичной и привлекательной среды для гостей и жителей города.

Савостьянова Ю.А. (AuthorID: 772388), Абубакирова М.Д. (студент)

ОБЗОР МОНУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ В ТЕХНИКЕ СГРАФФИТО В МАГНИТОГОРСКЕ

Монументальное искусство одно из самых древних видов искусства человечества. Существуют разные виды и техники монументального искусства: скульптура, живопись. В монументальной живописи выделяют: фреску, мозаику, витраж, а также сграффито - техника «цветных цементов».

Эта техника известна с древних времён и активно использовалась мастерами эпохи Возрождения. Сграффито (ит. «graffito» - «процарапанный») - техника декоративного изображения, которая заключается в нанесении на основу стены нескольких цветных слоёв цемента (штукатурки, ангобы) с последующим частичным процарапыванием по заготовленному рисунку-эскизу. Толщина слоёв сграффито не превышает 1 см, внешне напоминает плоский рельеф и используется в декорировке наружных стен здания в местности с высокой влажностью, где использование фресковой живописи невозможно.

В Советском Союзе в 1960-80 годах эта техника была очень распространена, часто использовалась для украшения фасадов общественных зданий и жилых домов. В Магнитогорске с середины 1960-х до сер. 1990-х годов в ней работают местные мастера-художники, выполняя заказы городской власти по оформлению фасадов и интерьеров учебных, медицинских и административных зданий [1].

Одной из задач нашего исследования сбор и систематизация материала по данным произведениям, т.к. в настоящее время некоторые из сграффито находятся под угрозой уничтожения (сграффито на фасадах здания МаГУ (МГПИ) пр. Ленина 114).

Три сграффито: одно на центральной входной группе, два других на правой части здания. Они были выполнены в 1975, 1976 и 1977 годах как дипломные проекты студентов художественно-графического факультета МГПИ (МаГУ) под руководством преподавателя факультета, члена СХ СССР А.Ф. Аверина. Эскизы монументальных работ выполнили Р.А. Сафиулин (член СХ России, председатель магнитогорского отделения) и В. Борисов. Также над созданием этих сграффито работали студенты пятикурсники: В. Хлыбов, А. Прибытов, Р. Бикмухаметов, Ф. Валеев, В. Борисенко, В. Пересторонин, Д. Клык, О. Заборская, И. Степанова [2].

Список используемых источников

1. Веремей, О. М. Декоративные элементы в архитектуре города Магнитогорска: Электронное издание / О. М. Веремей, О. А. Ульчицкий. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2018. – ISBN 978-5-9967-1197-0. – EDN VQZWYW.

2. Деменев, Д. Н. Монументально-декоративная живопись: Электронное издание / Д. Н. Деменев. Том Часть I. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2019. – 93 с. – ISBN 978-5-9967-1720-0. – EDN GSGKJU.

Савостьянова Ю.А. (AuthorID: 772388), **Киян К.А.** (студент)

ВКЛАД В АРХИТЕКТУРНЫЙ ОБЛИК МАГНИТОГОРСКА В.Н. БОГУНА

Архитектура Магнитогорска занимает особое место в истории отечественного градостроительства. Город выросший как символ индустриальной эпохи и социалистической мечты, стал площадкой для экспериментов и творческих поисков десятков архитекторов.

Среди них значимое место принадлежит Вилию Николаевичу Богуну (1931-2004) — архитектору, чья судьба и профессиональный путь тесно переплелись с судьбой самого города. Он активно участвовал в формировании архитектурного облика города, занимался проектированием жилых кварталов, общественных зданий. Его подход отличала бережность к исторически сложившейся среде, стремление к гармонии и продуманности каждого архитектурного здания Магнитогорска.

Целью исследовательской работы является знакомство с архитектурным наследием В.Н. Богунa, анализ реализованных проектов и определение характерных стилистических черт.

Период с 1979 по 1987 год, в который В.Н. Богун приступил к руководству архитектурой Магнитогорска, был временем пересмотра подходов к массовой типовой застройке в СССР. Архитектурная практика стремилась выйти за рамки индустриального стандарта и обрести новое качество формы строящихся сооружений [1].

Одним из ключевых аспектов творчества В.Н. Богунa был его узнаваемый стиль: «Его работы всегда отличались определенным архитектурным почерком... который он сам называл деконструктивизмом» [2].

Характерные черты его архитектуры:

- плоские крыши и горизонтальные объёмы;
- крупные световые проёмы;
- приём «подрезки» фасада с консолями верхних этажей;
- активное использование цвета;
- нанесение прямоугольных сеток облицовки, создающих эффект разложения объёма.

Список используемых источников

1. Веремей, О. М. История архитектуры и градостроительства Южного Урала и Магнитогорска: Электронное издание / О. М. Веремей, Е. К. Казанева. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2017. – 433 с. – EDN ZRKCZZ.

2. Вилий Николаевич Богун - заслуженный архитектор России [Текст] : [сборник материалов] / М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова" ; [под общ. ред. Э. Я. Комиссаровой и др.]. — Магнитогорск: Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова, 2014. — 191 с.

Савостьянова Ю.А. (AuthorID: 772388), **Мурашов К.Н.** (студент)

АРХИТЕКТУРНЫЕ ПРОЕКТЫ В.С. ПОНОМАРЕВА

Историческая и архитектурная идентичность Магнитогорска складывалась на протяжении десятилетий, отражая эволюцию от утилитарного города-завода эпохи первых пятилеток к многофункциональному урбанистическому центру.

Одной из ключевых фигур, чье творчество во многом определило лицо Магнитогорска второй половины XX – начала XXI века, стал архитектор Вадим Сергеевич Пономарёв (1949–2021). Его профессиональный путь, начавшийся в 1970-е годы, охватил несколько архитектурных эпох – от позднего советского модернизма через сложный период 1990-х годов до новой коммерческой архитектуры 2000-х. Его наследие материализовалось в ключевых точках городского ландшафта, став неотъемлемой частью повседневной жизни магнитогорцев и визитной карточкой города [1].

С самого начала своего профессионального пути он проявил себя как архитектор широкого профиля, способный работать в различных масштабах – от детального проектирования интерьеров и малых архитектурных форм до разработки градостроительных концепций и крупных общественных комплексов.

Под его руководством и при непосредственном участии были созданы знаковые объекты, вошедшие в золотой фонд архитектуры города: здание Администрации города с магнитогорскими курантами, ставшее архитектурным символом власти; театр кукол и актера «Буратино»; спортивная арена – Дворец спорта им. И.Х. Ромазана; благоустроенные общественные пространства, такие как сквер «50 лет Магнитке» и мн. другое.

Актуальность исследования творчества В.С. Пономарёва обусловлена рядом факторов. Во-первых, его многогранное наследие представляет собой уникальный «срез» почти полувековой истории отечественной архитектуры, позволяя проследить ее трансформации от государственного заказа к частной инициативе. Во-вторых, для Магнитогорска и Челябинска его работы являются не просто фоном, а активными средообразующими элементами, чья художественная и историческая ценность до сих пор не получила комплексной научной оценки. В-третьих, многие из его объектов сегодня нуждаются в осмысленной реконструкции или охране, что требует их предварительного детального изучения и документирования.

Список используемых источников

1. Федосихин, В. С. Главные зодчие социалистического Магнитогорска / В. С. Федосихин, Е. К. Казанева. – Магнитогорск, 2009. – 144 с. – EDN QBUSMH.

Ульчицкий О.А. (AuthorID: 492873), Александрова К.А. (студент)

КОНЦЕПЦИЯ ПЛОЩАДКИ ТБО В 12-М МИКРОРАЙОНЕ г. МАГНИТОГОРСКА

Актуальность данной темы связана с эстетическими качествами и применением современных технологий в проектировании площадок ТБО в структуре жилых микрорайонов города. В настоящее время облик данных сооружений не соответствует эстетическим требованиям современной городской среды.



Данный проект ставит своей главной целью создание доступной и простой для понимания инфраструктуры, которая будет мотивировать население к разделению и дальнейшей переработке бытовых отходов. Организация представленной площадки способствует достижению этой цели. Площадка сконструирована таким образом, что включает защитный козырек, исключающий намокание мусора под дождем или снегом. Ее ограждающие элементы состоят как из глухих секций, так и из ветрозащитных панелей с перфорацией. Это решение эффективно препятствует распространению легких видов мусора при порывах ветра, обеспечивая при этом достаточную естественную циркуляцию воздуха и проникновение солнечного света.

Для обеспечения продуктивного раздельного накопления отходов на территории площадки выделена специальная зона для сортировки. Она укомплектована баками для основных категорий вторичного сырья: пластика, бумаги, стекла, металла, а также емкостями для смешанных и трудноперерабатываемых отходов. Раздельный сбор и последующая утилизация мусора позволяют существенно уменьшить объемы отходов, направляемых на полигоны.

Ульчицкий О.А. (AuthorID: 492873), Чесакова Е.Л. (студент)

ПРОЕКТ ПЛОЩАДКИ ТБО В 129-М МИКРОРАЙОНЕ г. МАГНИТОГОРСКА

Целью разработки проекта является формирование доступной и интуитивно понятной инфраструктуры, призванной мотивировать жителей к раздельному сбору и переработке отходов. Именно благодаря организации такой площадки эта задача успешно решается.

Конструкция площадки оснащена защитным навесом, предохраняющим отходы от намочения в период атмосферных осадков. Для оптимальной функциональности она включает как сплошные стены, так и перфорированное ограждение, разработанное для ветрозащиты. Такое решение эффективно



природных ресурсов.

При разработке проекта особое внимание было уделено вопросу утилизации крупногабаритного мусора. На площадке организована специальная секция, которая позволяет жителям микрорайона с удобством избавляться от старой мебели, вышедшей из строя бытовой техники, строительных отходов и прочих объемных предметов, не вмещающихся в стандартные контейнеры. Подобное решение исключает образование несанкционированных свалок на прилегающих территориях и активно содействует поддержанию чистоты и эстетической привлекательности жилого района.

ВЛИЯНИЕ ЭВОЛЮЦИИ АРХИТЕКТУРНЫХ СТИЛЕЙ НА ДИЗАЙН ФАСАДНЫХ ВЫВЕСОК

В настоящее время фасадные вывески являются не только объектом благоустройства, выполняющим функцию информирования населения города, но и формируют архитектурный контекст городской среды. Дизайн рекламных вывесок прошёл долгий путь эволюции, отражая изменения в архитектурных стилях, которые определяли внешний облик городов и общественных пространств [1].

В эпоху классицизма и барокко вывески носили подчеркнуто декоративный характер. Они включали изящные орнаменты, витиеватые шрифты и тщательно проработанные детали. С приходом индустриальной революции в XIX веке в архитектуре стали преобладать функциональные и массивные формы. В начале XX века модерн принёс с собой более органичные формы и внимание к природным мотивам. В этот период вывески стали более художественными, часто использовались плавные линии и оригинальные шрифты. Ар-деко, ставший популярным в 1920-1930-х годах, привнёс в архитектуру и дизайн вывесок геометрические формы и яркие цвета. Этот стиль стремился к сочетанию элегантности и современности, что выразилось в использовании симметричных узоров и металлических элементов. После Второй мировой войны рекламные вывески стали ещё более минималистичными. Стекло, бетон и металл определяли облик зданий, а вывески должны были подчеркивать их строгость и функциональность. Лаконичные формы, чёткие шрифты и сдержанные цвета стали основными элементами дизайна. В последние десятилетия, с развитием технологий и появлением постмодернизма, дизайн вывесок стал более разнообразным и смелым. Современные архитектурные стили часто включают элементы эклектики, что даёт больше свободы в оформлении рекламных вывесок. Использование LED-подсветки, динамичных экранов и нестандартных материалов позволяет создавать уникальные решения, которые привлекают внимание и подчёркивают современные тенденции. В эпоху высоких технологий вывески становятся не только средством коммуникации, но и частью архитектурного искусства, активно взаимодействуя с окружающим пространством [2].

Таким образом, эволюция архитектурных стилей оказала значительное влияние на дизайн рекламных вывесок, трансформируя их внешний вид и функции в зависимости от доминирующих в обществе эстетических и практических потребностей.

Список используемых источников

1. Слотина В. О., Григорьев А. В. Вывеска как декоративный аксессуар городской среды // Вестник науки. 2024. №5 (74). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyveska-kak-dekorativnyy-aksessuar-gorodskoy-sredy> (дата обращения: 07.01.2026).
2. Щербинин Э.М. Дизайн-код как средство развития комфортной городской среды и способ формирования городской айдентики // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2024. №2. – С. 59-69

Хисматуллина Д.Д. (AuthorID: 659186), Муллина Д.Д. (студент)

ПРОБЛЕМА СТИЛИЗАЦИИ ФАСАДНЫХ ВЫВЕСОК С УЧЕТОМ АРХИТЕКТУРНОГО СТИЛЯ ГОРОДА МАГНИТОГОРСКА

На сегодняшний день невозможно представить себе современный город без рекламных вывесок, которые вносят значительный вклад в формирование индивидуального облика каждого города. Однако, перенасыщение городского пространства наружной рекламой оказывает негативное влияние как на эстетический образ города, так и на эмоциональное состояние его жителей.

С целью решения данной проблемы в России размещение информации на фасаде здания, даже если это собственность рекламодателя, регулируется следующими нормативно-правовыми актами: ФЗ №38 «О рекламе»; ФЗ «О защите прав потребителей»; статья 14.37 КоАП РФ [1]. На региональном уровне могут также действовать дополнительные нормативно-правовые акты – в Магнитогорске этот вопрос регулируется Постановлением администрации города Магнитогорска от 22.11.2013 № 15845-П «Об утверждении Требований к внешнему архитектурному облику города Магнитогорска» [2].

Визуальный анализ фасадных вывесок г. Магнитогорска свидетельствует о том, что размещение вывесок, рекламных конструкций, адресных табличек и других элементов не имеет комплексного характера и проводится без учёта архитектурных элементов фасадов зданий. Несогласующиеся между собой элементы дизайна рекламного объекта, такие, как масштаб, ритмический рисунок, цветовое решение приводят к созданию визуального шума, который ухудшает и искажает восприятие архитектуры зданий. Всё это в комплексе создаёт некомфортную городскую среду, негативно сказывающуюся на эмоциональном восприятии города Магнитогорска, как туристами, так и местными жителями.

С целью устранения данной проблемы администрацией г. Магнитогорска предложено изменить внешний облик фасадов некоторых зданий. Для этого было принято Постановление от 20.09.2016 №11348-П «О приведении фасадов зданий и сооружений в соответствии с внешним архитектурным обликом города Магнитогорска». Однако, для создания гармоничной архитектурной среды города необходимо, помимо законодательной базы, руководствоваться конкретными рекомендациями по внедрению дизайн-кода вывесок, учитывающих архитектурный контекст городской среды. Сохранение идентичности, особенно исторической части города, во многом определяется именно дизайном фасадных вывесок, которые должны вписываться в архитектурно-художественную концепцию города, не нарушая эстетику фасадов.

Список используемых источников

1. Закон о вывесках и наружной рекламе: правила размещения рекламы на фасадах зданий [интернет ресурс] // ASKJURIST, Режим доступа - <https://askjurist.ru/articles/pravila-razmesheniya-reklamy-na-fasadah-zdaniy/>.
2. Наружная реклама в Магнитогорске. Требования | Вывески и наружная реклама в Магнитогорске от Квадродизайн [интернет ресурс] // Квадродизайн, Режим доступа - <https://kvadro74.ru/news/naruzhnaya-reklama-v-magnitogorske-trebovaniya.htm>

Хисматуллина Д.Д. (AuthorID: 659186), Загайнова Д.М. (AuthorID: 080803)

СОЗДАНИЕ МНОГОЗОНАЛЬНОГО НАУЧНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА С ФУНКЦИЕЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАГРЯЗНЁННЫХ РЕСУРСОВ В ГОРОДЕ МАГНИТОГОРСКЕ

На современном этапе развития города Магнитогорска, где преобладает металлургическая, химическая и иная тяжелая промышленность, встает острая необходимость интеграции новых принципов устойчивого развития на стыке архитектуры и экологии. Сложившаяся экологическая ситуация требует не только модернизации промышленного комплекса, но и внедрения центров, объединяющих научные, образовательные, технологические и просветительские функции. Одним из эффективных решений становится создание много зонального научного экологического центра с функцией комплексной переработки загрязнённых ресурсов.

Такой центр представляет собой архитектурный комплекс, в котором каждое пространство разрабатывается с учетом принципов биоклиматического дизайна, использования возобновляемых источников энергии и систем естественного освещения и вентиляции. Зоны центра будут включать в себя лаборатории по разработке методов обработки промышленных отходов, образовательные аудитории, станции мониторинга качества почвы, воздуха и воды, демонстрационные полигоны переработки сырья, исследовательские и учебные аудитории, а также комфортные общественные зоны. Особое внимание уделяется благоустройству территории, внедрению "зелёных" крыш, вертикального озеленения фасадов, а также созданию парковых аллей и прогулочных эко-маршрутов.

Важнейшей частью проекта станет ботанический сад — живой лабораторный и рекреационный комплекс с коллекцией разнообразных видов растений. Ботанический сад будет выполнять не только экологическую функцию по улучшению микроклимата и очистке воздуха, но и образовательную — служить площадкой для проведения экскурсий, научных исследований и экологических акций. Поддерживая биоразнообразие, зелёные насаждения станут барьером между промышленными зонами и жилой средой, способствуя снижению уровней загрязнения воздуха, поглощению пыли и шума.

Благодаря синергии архитектурных решений и экологических инноваций центр сможет не только эффективнее очищать городской ландшафт от загрязнений, но и стать площадкой для пилотного внедрения современных методов переработки, результатом чего станет снижение антропогенной нагрузки, оздоровление городской среды и повышение качества жизни в Магнитогорске. Такой подход служит примером для трансформации других промышленных городов, превращая их из источников загрязнения в опорные точки экологического развития региона.

Секция «Дизайн»

УДК 712.253/796.912

Антоненко Ю.С. (AuthorID:394322), Дредитова А.А. (студент)

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗИМНЕЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ГОРОДСКОМ КУРОРТЕ «ПРИТЯЖЕНИЕ»

В исследовании рассматривается проектное предложение по организации зимней площадки для массовых мероприятий на территории городского курорта «Притяжение». Актуальность исследования обусловлена снижением посещаемости общественных рекреационных пространств в зимний период и недостатком современных зимних локаций для активного отдыха населения в условиях уральского климата. Целью проекта является разработка дизайн-проекта зимней многофункциональной площадки, ориентированной на привлечение посетителей и повышение уровня комфортности пребывания на территории курорта в холодный период года. В рамках проектного предложения предложены функционально-планировочные и средовые решения, включающие использование временных павильонов, теплых шатров, систем освещения и точек питания. Реализация проекта способствует развитию туристической инфраструктуры промышленного города, повышению социальной активности населения и формированию устойчивой модели использования общественных пространств в зимний период. Современные городские общественные пространства требуют все-сезонного использования. Несмотря на активное развитие городского курорта Городской курорт «Притяжение», в холодное время года его посещаемость значительно снижается, что указывает на недостаточную адаптацию территории к зимней эксплуатации. Проектируемая зимняя площадка размещается в конкретной зоне на территории курорта «Притяжение» и предназначена для использования в зимний сезон. Проект организовано с учетом принципов функциональной гибкости и трансформации. Новизна и практическая значимость научной работы. Новизна заключается в разработке многофункциональной зимней площадки, основанной на концептуальном подходе к организации среды и ориентированной на практичность и длительное пребывание посетителей. Предложенная нами модель может быть адаптирована и применена при проектировании аналогичных локаций для массовых мероприятий в других промышленных городах. Практическая значимость проекта определяется его вкладом в развитие туристической и рекреационной инфраструктуры города, повышением уровня комфортного досуга населения разных возрастных групп, а также созданием условий для социальной интеграции и формирования позитивного имиджа Магнитогорска. Проект представляет интерес для специалистов и обучающихся в области средового и ландшафтного дизайна, в том числе по направлению подготовки 54.03.01 «Дизайн», и может быть использован в учебной и проектной практике МГТУ им. Г. И. Носова. Таким образом, реализация проектного предложения по организации зимней площадки для массовых мероприятий на территории курорта «Притяжение» позволяет решить актуальные задачи все-сезонного использования общественных пространств, повысить туристическую привлекательность города и создать комфортную среду для активного зимнего отдыха населения в промышленном городе, каким и является Магнитогорск

Антоненко Ю.С. (AuthorID:394322), Нажиметдинова А.Р. (студент)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КАБИНЕТА

В практике проектирования образовательной среды высших учебных заведений основное внимание традиционно уделяется аудиторному фонду, лабораторным помещениям и зонам студенческого взаимодействия. При этом пространства, предназначенные для преподавательского состава, зачастую не становятся объектом системного проектирования. Учебно-методический кабинет кафедры выполняет ключевые функции в образовательном процессе: служит площадкой для подготовки учебных занятий, генерации методических решений и профессионального общения педагогов. Однако, во многих вузах подобные кабинеты сохраняют устаревшую организацию, восходящую к модели «методических уголков» советского периода. Недостаточная разработанность вопросов трансформации и модернизации учебно – методических кабинетов в научной литературе определяет актуальность и новизну исследования.

Цель исследования: разработать, применяя проектные принципы в модернизации предметно-пространственной среды учебно-методический кабинет кафедры. Теоретической основой модернизации служат труды специалистов в области педагогики, среднего дизайна и эргономики: В.А. Ясвина, С.В. Тарасова, Е.А. Климова, Кена Робинсона, Лориса Малагуцци. Основу методологии исследования составил комплексный подход, объединивший теоретический анализ и проектные методы. На первом этапе проведен сравнительный и исторический анализ научной литературы по педагогическому дизайну, эргономике рабочих пространств и организации образовательной среды. На втором этапе применены методы предпроектного анализа, включая натурное обследование, фотофиксацию, SWOT-анализ и функциональное зонирование. Ключевым проектно-исследовательским инструментом выступило графическое моделирование (2D-планировки, 3D-визуализации), позволившее протестировать концептуальные решения в виртуальной среде. Объектом исследования послужила существующая преподавательская (учебно-методический кабинет) кафедры дизайна МГТУ им. Г.И. Носова. Проведенный SWOT-анализ предметно-пространственной среды кабинета выявил противоречие между имеющимся ресурсным потенциалом помещения и его несоответствием эргономическим требованиям. Нами предложены проектные принципы: эргономичного зонирования, адаптивного хранения, сценарного освещения, стилевой идентичности и технологической насыщенности. Их реализация позволяет трансформировать кабинет в динамичное профессиональное пространство, выполняющее ключевые функции: способствовать эффективной индивидуальной работе, стимулировать педагогическую коллаборацию и междисциплинарные дискуссии, обеспечивать психологический комфорт и повышать качество научно-методической работы. Полученные результаты представляют практическую ценность для специалистов в области дизайна, проектировщиков интерьеров и администраций высших учебных заведений, заинтересованных в комплексном развитии своей инфраструктуры.

Белова Е.Л. (преподаватель СПО), **Афиренко Д.С.** (студент),
Ячменёва В.В. (AuthorID: 490504)

РЕПРЕЗЕНТАЦИЯ ИСТОРИЧЕСКИХ АРХИТЕКТУРНЫХ ПОСТРОЕК ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА

В последние годы в российском обществе закономерно растёт интерес к региональной истории и архитектуре как основе для формирования культурной идентичности и патриотического воспитания [1]. Этот запрос особенно актуален для таких городов, как Челябинск, чьё дореволюционное архитектурное наследие, в частности история христианских храмов XVIII – начала XX веков, в значительной степени утрачена и остаётся малоизученным визуальным пластом городской истории. Традиционные форматы исторического повествования зачастую недостаточно эффективны для эмоционального вовлечения широкой аудитории. Данный проект предлагает инновационное решение этой проблемы через синтез фундаментального исследования и современной визуальной коммуникации. Его цель – создание pop-up книги «Утраченные христианские постройки Челябинска», которая станет не просто артефактом, а действенным инструментом культурной памяти. Работа носит комплексный прикладной характер. Первый этап – глубокое архивное исследование, сбор и систематизация данных об утраченных храмах. Второй, технически сложный этап, – это перевод исторических образов в интерактивный формат. Он включает в себя разработку конструкций и разверток для бумажных макетов, их инженерное воплощение с опорой на исторические изображения, создание авторского текста и финальную сборку книги. Таким образом, проект объединяет историческую науку, дизайн и бумажную инженерию. Итогом становится уникальный культурный продукт, выполняющий несколько значимых функций. Просветительская: наглядная и доступная репрезентация сложного исторического материала. Мемориальная: визуальная реконструкция утраченных архитектурных доминант. Эмоционально-воспитательная: пробуждение интереса и сопричастности через эффект «оживающего» в руках объёмного образа. Методическая: демонстрация потенциала pop-up издания как инновационного инструмента в музейно-образовательной деятельности.

Проект подтверждает, что междисциплинарный подход позволяет эффективно актуализировать культурное наследие. Созданная вручную книга выступает мостом между прошлым и будущим, доказывая, что даже утраченные памятники могут продолжать свою просветительскую миссию, вызывая живой отклик и подчёркивая непреходящую ценность исторической памяти для новых поколений.

Список используемых источников

1. Жданова, Н. С. Выявление вестернизации мышления студентов в процессе обучения региональной архитектуре / Н. С. Жданова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы докладов 82-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 22–26 апреля 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 396. – EDN UVURAY.

**ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ НАСТОЛЬНОЙ ИГРЫ НА СПЕЦИАЛЬНОСТИ
54.02.01. ДИЗАЙН (ПО ОТРАСЛЯМ)**

Настольная игра рассматривается как эффективный инструмент творческого, коммуникативного и стратегического развития. В рамках образовательной программы по специальности 54.02.01 «Дизайн» студенты второго курса СПО в течение двух месяцев осваивают процесс проектирования и создания настольной игры. Данная работа носит комплексный, творческий и трудоёмкий характер [1]. На начальном этапе требуется изучение социологических исследований, что необходимо для определения целевой аудитории и повышения интереса к конечному продукту. Существенное значение имеет владение графическим редактором, в котором разрабатывается основная часть визуальных элементов игры, а также навыки 3D-моделирования, используемые при создании игровых фишек. Процесс разработки настольной игры включает несколько последовательных этапов. Первый - выбор темы, формирование концепции и определение жанра. Далее проводится анализ целевой аудитории, после чего разрабатывается игровая механика, включающая правила, цели и основные принципы взаимодействия игроков. Второй - создание прототипа - черновой версии игры, позволяющей оценить ее функциональность. После этого формируются четкие и понятные правила, проводится тестирование игры, в ходе которого студенты анализируют игровую баланс, взаимодействие участников и степень интеграции выбранной темы. Параллельно осуществляется разработка визуальных компонентов: карт, персонажей, игрового поля, карточек, табличек и фишек, а также выполняется верстка дизайн-макета для последующей печати в типографии. При работе над концепцией игры особое внимание уделяется тематическому наполнению, включая элементы стратегии и квеста. Важной частью проектирования является визуальная составляющая: подбор шрифтов, разработка иллюстративного ряда и цветовых решений. Концептуальные эскизы, выполненные вручную, позволяют более полно раскрыть характер персонажей и особенности игрового пространства; в дальнейшем они реализуются в графическом редакторе. На завершающем этапе все элементы игры адаптируются в соответствии с техническими требованиями типографии: игровые карточки, поле, правила и другие компоненты подготавливаются для 2D-печати, а фишки - для изготовления с использованием 3D-принтера. Результатом работы студентов является активное вовлечение в проектную деятельность, приобретение практических навыков работы в профессиональных графических программах, развитие коммуникативных и технологических компетенций, а также полная реализация и печать всех необходимых материалов для организации игрового процесса.

Список используемых источников

1. Ячменева, В. В. Реализация компетентностного подхода в системе высшего образования на примере курса "Дизайн и стиль" / В. В. Ячменева // Современные тенденции изобразительного, декоративного прикладного искусств и дизайна. – 2019. – № 2. – С. 128-133. – EDN CIXNRA.

ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАДАННОГО ПРОСТРАНСТВА

Пространственно-глубинная композиция является одной из ключевых учебных задач в процессе подготовки студентов по специальности «Дизайн». Данное направление обучения предполагает решение комплекса профессиональных задач, направленных на формирование умений анализа и проектирования объёмно-пространственной среды. В рамках освоения дисциплины студенты изучают композиционные приёмы, применяемые к различным типам объёмно-средовых форм, а также осваивают принципы работы с вертикальными и горизонтальными связями в пространстве. Важным аспектом является формирование умений художественно и стилистически грамотно выстраивать концепцию пространства с использованием выразительных средств формы, цвета и композиции [1]. Студенты должны владеть представлениями о функциональном зонировании и уметь передавать авторскую идею через образное мышление, применяя профессиональные навыки работы в программных средствах. Особое внимание уделяется выявлению композиционной доминанты, соподчинению объёмов и построению динамики развития пространства. На начальном этапе проектирования студент разрабатывает техническое задание, в котором определяется назначение пространства (индивидуальное, групповое или коллективное), а также осуществляется его функциональное зонирование на свободные и транзитные участки. В процессе моделирования выполняются учебные упражнения, направленные на выявление символики форм, образно-ассоциативных связей простых линий и геометрических фигур. Учебные задания позволяют проследить влияние естественного и искусственного освещения, а также расположения источников света на эмоциональное восприятие пространства и человека. Существенное значение в художественной организации среды имеет работа с цветом и колоритом. Колористические решения разрабатываются с учётом характеристик материалов, степени отражения света, масштабности и стилизации форм. В процессе выполнения проекта проводится анализ технического задания и определяется художественно-стилевое направление. Для обоснования проектных решений осуществляется анализ характерных приёмов и принципов стиливых концепций в работах ведущих архитекторов и дизайнеров интерьеров, а также изучаются теоретические материалы по материаловедению, цветоведению и комплектации интерьеров. Способность к аналитическому мышлению, последовательному исследованию, планомерной проектной деятельности и фиксации этапов работы в рабочем альбоме позволяет студентам эффективно решать поставленные задачи и создавать цельное, гармоничное и функционально организованное пространство.

Список используемых источников

1. Ячменева, В. В. Условия формирования графических навыков у студентов в вузе / В. В. Ячменева // Современные тенденции изобразительного, декоративного прикладного искусств и дизайна. – 2022. – № 2. – С. 31-37. – EDN AIKAZE.

Богданов Д.В. (AuthorID: нет), **Гук Ю.К.** (AuthorID: нет),
Борзенко А.К. (AuthorID: 1227962), **Хмелев А.В.** (AuthorID: 1069552)

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ИМИТАЦИЙ КАК ВАЖНЫЙ НАВЫК ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТА ИЗ СФЕРЫ РЕКЛАМЫ И ДИЗАЙНА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В текущих реалиях конкурентоспособность кадров в ряде отраслей определяется функционалом и умениями, которые есть у того или иного специалиста, а с учетом того, что сегодня активно используются нейросети, возникает вопрос насколько важно иметь специалиста с графическими навыками, или можно его заменить нейросетью [1; 2]. В данной работе показаны результаты дизайн эксперимента и исследования по методу опроса с анализом данных. В рамках эксперимента создавалась статичная графическая реклама тремя способами – первый с использованием фото яблока, второй с генерацией яблока через нейросеть, и третий где яблоко создавалось через технологию трехмерной имитации в статичной графике (подход в дизайне, когда создается имитация объемного объекта такого как яблоко, вишня, ваза или пешка через инструменты вращения и вытягивания, по причинам отсутствие навыков полноценного 3D или же сжатых сроков реализации проекта) [3]. В рамках исследования три полученных образца использовались для опроса людей, анализ в дальнейшем показал, что часть людей приняла имитацию за генерацию, то есть полученные результаты показали два важных аспекта. Первый, что технология трехмерной имитации по качеству сопоставима с нейросетями. Второй, на текущий момент такой навык будет весьма полезен специалистам, так как составить детальный промт на английском сложно, а кроме этого, часть нейростей допускают ошибки в анатомии или не понимают суть задач (в частности, при более чем трех правках).

Список используемых источников

1. Хмелев А.В. Модель расширения знаний и умений как инструмент подготовки высокотехнологичных и конкурентоспособных кадров // Общество, политика, финансы: Материалы Российской научно-технической конференции, Новосибирск, 23–24 апреля 2020 года. Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2020. С. 302-305
2. Виды обучения в современном образовании / В.В. Бабурин, Ю.В. Бармотина, А.С. Бугров [и др.]. Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2023. 294 с.
3. Создание объемных объектов [Электронный ресурс] // Adobe: [сайт]. [2025]. URL: <https://helpx.adobe.com/ru/illustrator/using/creating-3d-objects.html> (дата обращения: 04.03.2025).

Булыненко С.Е. (студент)

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЭКОМАТЕРИАЛЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРАФТ-ПАКЕТОВ

Необходимо отметить тот факт, что в настоящее время, в производстве упаковочных материалов акцент смещается на экологическую чистоту и безопасность. Привычные пластиковые коробки и полиэтиленовые пакеты стремительно теряют популярность. Лидерами рынка становится продукция из натурального сырья. В настоящее время в тренде крафт – плотная бумага натуральных оттенков с особой шероховатой фактурой. И среди них – высококачественные и совершенно безопасные эко-пакеты и эко-коробки из крафт-бумаги и крафт-картона. Все больше производят экологической упаковки из разных материалов в том числе и крафт пакеты. Её считают экологически безопасным материалом. В настоящее время производят крафт пакеты разного размера и конструкции. Есть крафт пакеты без ручек и с ручками, с застёжками, с изображениями фирменных знаков и логотипов, с просечными элементами и без них, белые и тонированные. Процесс производства не предусматривает использования химически агрессивных веществ, которые могут содержать вредные соединения. По мнению специалистов и ученых в этой области, именно экологичность делает крафт бумагу идеально подходящей для упаковки подарков. Данный материал, как считают профессионалы способен разлагаться на 100%. Такой показатель выгодно отличается от химического пластика и пленки [1].

В нашей стране все больше внимание устремлено производству экологической упаковки из разных материалов в том числе и эко-пакетов. Они проектируются и изготавливаются из крафтовой бумаги. Такую бумагу считают одной из самых экологически безопасных материалов. Современная промышленность производит крафтовые пакеты разного размера и конструкции. Есть эко-пакеты без ручек и с ручками, с застёжками, с изображениями фирменных знаков и логотипов, с просечными элементами и без них, белые и тонированные.

Таким образом, производство эко-пакетов в настоящее время является одним из самых востребованных в создании экологичной упаковки в графическом дизайне.

Список использованных источников

1. Саляева, Т. В. Современный аспект преподавания основ колористики у студентов-дизайнеров / Т. В. Саляева, В. В. Ячменева // Художественное и художественно-педагогическое образование: анализ прошлого, оценка современного и вызовы будущего : Материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 27–28 апреля 2022 года. – Курск: Курский государственный университет, 2022. – С. 180-185. – EDN CDFHND.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Саляевой Т.В. (AuthorID: 692828).

Верстова В.К. (студент)

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ИЗУЧЕНИИ КОЛОРИСТИКИ У БУДУЩИХ ДИЗАЙНЕРОВ

Вопросы колористики всегда являются актуальными в обучении студентов-дизайнеров. В начале необходимо изучить несколько определений - цветоведение, колористика, физика цвета, химия цвета. Необходимо отметить, что очень часто в совокупности используют термины и определения - «Цветоведение» и очень близкого к этому термин - «Колористика». Данные определения являются опорными. Цветоведение - это комплексная наука о цвете, включающая систематизированную совокупность данных физики, физиологии и психологии, изучающих природный феномен цвета, а также совокупность данных философии, эстетики, истории искусства, филологии, этнографии, литературы, изучающих цвет как явление культуры. Наука о цвете имеет свою историю в которой были сделаны множество открытий и теорий цвета. Необходимо рассмотреть теорию цвета Исаака Ньютона, а так же построение цветового круга. Возможно изучение научных исследований по цвету такого теоретика, художника и педагога, как И.Иттена.

Первым практическим заданием для студентов дизайнеров можно запланировать выполнение цветового круга по теории Иттена [1].

. Это поможет понять студентам технологию смешения цветов между собой, а так же получения большой палитры хроматических оттенков путем смешения цветов первого и второго порядка. Следующим заданием можно запланировать растяжку ахроматических и хроматических цветов в несколько градаций. На начальном этапе этих градаций может быть пять или семь, а затем постепенно увеличивать. В ахроматическом варианте эти растяжки необходимо выполнить от черного до белого цветов, а в хроматическом варианте можно использовать как разные цвета, так и монохромные. Задание на выполнение композиции, используя только монохромные и цвета по выбору. Формирование и развитие способностей и умения пользоваться цветом и цветовыми отношениями в профессиональном труде, знать основные принципы подбора цветов в выполнении проектов – одна из основных задач дизайнеров разных направлений.

Список используемых источников

1. Саляева, Т. В. Современный аспект преподавания основ колористики у студентов-дизайнеров / Т. В. Саляева, В. В. Ячменева // Художественное и художественно-педагогическое образование: анализ прошлого, оценка современного и вызовы будущего : Материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 27–28 апреля 2022 года. – Курск: Курский государственный университет, 2022. – С. 180-185. – EDN CDFHND.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Саляевой Т.В. (AuthorID: 692828).

Гарасевич Д.С. (студент)

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОДИЗАЙНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРНАМЕНТАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

На современном этапе с активным использованием информационных технологий в обществе особое значение приобретает деятельность человека, связанная с компьютером.

На сегодняшний день существует много компьютерных программ, которые помогают художнику, дизайнеру, архитектору в его профессиональной деятельности. Поэтому важно не только уметь вручную выполнять чертежи-схемы, рисунки и наброски, перспективные изображения и аксонометрические проекции, развертки и ортогональные чертежи, но и владеть компьютерными технологиями по их созданию. Все это можно выполнять в таких компьютерных программах, как ArchiCAD, Autodesk 3dsMax, CorelDRAW, Adobe Illustrator, Adobe Photoshop и т.д.

Актуальностью данного небольшого исследования является поиск орнамента с элементами эко дизайна.

Целью данного небольшого исследования будет являться ознакомление с особенностями построения орнамента в компьютерных программах и создание его с элементами эко дизайна.

Орнамент – это один из видов изобразительного искусства, на латинском языке слово «ornamentum» обозначается как узор или украшение. Конструктивные элементы орнамента — раппорт, мотив.

Раппорт (франц. — возвращать, повторять) — элемент орнамента, повторяющийся много раз. Существует четыре вида раппорта: ленточный раппорт; сетчатый ковровый раппорт; центральный лучевой раппорт; геральдический раппорт.

Мотив (франц. — двигаю) — главный элемент орнамента, его смысловая часть. Кроме того, мотив может выступать как материал для создания сюжета раппорта. Источником для создания орнамента служат природа, мифология, народный эпос, геометрические фигуры, письмена, шрифт.

Помимо вышеперечисленных типов есть особые виды орнаментов, к ним относят: арабеску, он построен по принципу повтора и бесконечного развития; вензель, переплетенные узоры, образующие буквы имени; виньетка, вимперг, декоративный фронтон; буквица, заглавная буква, украшенная сложным орнаментом; филленка, часть стены, украшенная орнаментом [1].

Список использованных источников

1. Антоненко, Ю. С. Бионика в дизайне: Электронное издание. Учебно-методическое пособие / Ю. С. Антоненко, Т. В. Саляева. Том Часть 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020. – ISBN 978-5-9967-2004-0. – EDN IYHTGF.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Саляевой Т.В. (AuthorID: 692828).

ФОРМИРОВАНИЕ НЕСТАНДАРТНЫХ ПОДХОДОВ В РЕШЕНИИ ПРОЕКТНЫХ ЗАДАЧ

Стремительно меняющаяся система современной рыночной среды и постоянный рост потребительских требований к предметно-пространственной среде приводит к недостаточности стандартных проектных решений, производимых по традиционным алгоритмам. Формирование нестандартных подходов в учебной проектной деятельности становится ключевым в подготовке будущих дизайнеров, имеющих возможность конкурентных преимуществ. Нестандартные подходы проектирования имеют практическую значимость, которая выражается в способностях дизайнера чувствовать потребительский запрос, не просто интерпретировать его, а трансформировать существующие ограничения и ресурсы, превращая проектируемый объект не только в коммерческую привлекательность, но и социальную ценность. Эвристическая направленность дизайнерской деятельности позволяет отклоняться от стереотипов в сторону вариативности и многозначности проектируемых объектов.

Формирование мышления студентов происходит посредством деятельностных, практико-ориентированных подходов, предполагаемых определенную последовательность педагогических действий: аналогии – интерпретации – эвристики. Предполагается постепенный переход от базовых приемов к синтезу и трансформации в авторских концепциях. Эффективность учебного процесса достигается при следующих условиях:

- изменение роли педагога, заключающееся в переходе от простого повествования знаний к созданию определенной творческой среды, в которой студенты будут ощущать психологический комфорт, а ошибки станут частью проектного эксперимента;
- обеспечение междисциплинарных связей – создание интегративных учебных модулей, состоящих из естественно-научных и технических дисциплин, направленных на обогащение профессионального инструментария студентов в разработке авторских проектов;
- оптимизация эвристических методов – подбор конкретного комплекса методов в зависимости от поставленной цели, коллективности или индивидуальности проектов (например: техники SCAMPER, Design Thinking).
- рефлексия – формирование способности самоанализа и самокритики, осознанности в выборе эвристических подходов, избегая ловушек стереотипного мышления, в зависимости от поставленной цели
- распределенная учебная среда - обучение с ориентацией на реальную профессиональную деятельность с целью развития умений искать нестандартные пути проектирования в условиях «живых» потребительских запросов.

Таким образом, формирование нестандартных подходов в решении проектных задач у студентов — это не стихийный процесс, а целенаправленная педагогическая стратегия, стимулирующая креативный риск. Результатом становится готовность дизайнера к постоянной адаптации в условиях неопределённости и способность генерировать решения, выходящие за пределы аналогового мышления.

Григорьев А.Д. (AuthorID: 82678935), Кравцов Т.В. (студент)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ ДЛЯ АРТ-ПРОСТРАНСТВА ПОМЕЩЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА

Эволюция арт-пространств отражает переход от сакрализации произведения искусства к демократизации художественного опыта, где пространство становится активным соавтором творческих практик, а не нейтральным фоном. Аутентичность промышленного объекта формируется не через идеальную сохранность, а через кураторское выделение «следов времени» — текстур, пятен, трещин, технологических артефактов, которые становятся нарративным ресурсом среды.

Целью научного исследования является разработка проектного предложения по формированию предметно-пространственной среды арт-пространства в условиях реконструкции заброшенного промышленного объекта. Зброшенные промышленные объекты представляют собой не «урбанистические раны», требующие сноса, а потенциальный ресурс для культурной активации территорий через стратегию адаптивного переиспользования (adaptive reuse).

Предметно-пространственная среда эффективного арт-пространства должна удовлетворять пяти ключевым требованиям: гибкость (адаптация под разные сценарии), трансформируемость (быстрая смена конфигурации), атмосферность (эмоциональная насыщенность), поддержка креативных практик (провокация творчества через аффордансы среды), доступность (физическая и психологическая открытость для всех групп). Предложена система мобильных ширм-трансформеров из перфорированного металла на колёсной базе, позволяющая за 2–3 часа переконфигурировать пространство из режима «выставка» в режим «воркшоп» или «перформанс» без разрушения аутентичных поверхностей.

Эффективное проектирование арт-пространства в заброшенном промышленном объекте требует отказа от парадигмы «реконструкция = очищение» в пользу стратегии «усиление через контраст» — минимального вмешательства с максимальным эффектом. Мы предлагаем организацию предметно-пространственной среды, которая должна функционировать как экосистема, где 70% площади остаётся гибкой основой, 20% — постоянными архитектурными акцентами (сохранённые элементы), 10% — мобильной предметной средой для ежедневной трансформации.

Ключевой принцип проектирования — «нетронутость»: среда должна оставлять пространство для вмешательства художников, резидентов и посетителей, становясь платформой для соавторства, а не завершённым произведением. Разработанное проектное предложение демонстрирует возможность трансформации заброшенного промышленного помещения в живое арт-пространство при минимальных капитальных затратах, с сохранением «нетронутой» природной среды. Успешность проекта трансформации промышленных объектов строится на принципе диалога эпох: современные вмешательства не маскируют историю места, а усиливают её через контраст материалов, масштабов и световых решений.

Екатериноушкина А.В. (AuthorID: 317742), Шеянов А.А. (студент)

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТНОЙ КОНЦЕПЦИИ ДИЗАЙНА ТЕРРИТОРИИ ТЕРМАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Современные термальные комплексы представляют собой синтез ландшафтного и архитектурного проектирования. Следует учитывать, что Термы ориентированы на создание сбалансированной среды между терапевтическим эффектом (физический и физиологический комфорт), экологичностью пространства и эстетическим восприятием.

Вода, как основной природный ресурс, выступает не просто основным функциональным звеном данных объектов, но и источником проектных концепций. Дизайнеры могут ориентироваться на следующие идеи:

- уникальность параметров объекта – выявление взаимодействия компонентов предметной среды с ландшафтом для формирования рационального пространства;
- культурные и исторические традиции – ориентация концепции на культуру стран, в которых термальные источники имеют символическое значение (например: скандинавские SPA; римские термы, японские открытые «Онсэн») для создания определенной аутентичной атмосферы погружения в гармонию с природой;
- климатический контекст – исследование местоположения объекта относительно атмосферных явлений для создания естественных защитных барьеров и зон от изменений погодных условий;
- экологичность – интеграция природных материалов: камень, дерево, растения, вода с высоким показателем теплопроводности для усиления оздоровительного эффекта.

Термальный комплекс «Магия тепла» в городском парке «Притяжение» проектировался как особая экосистема. Поэтому его внешняя территория должна быть органично встроена в общую концепцию. К возможным концептуальным решениям можно отнести синтез следующих проектных компонентов:

- зонирование территории (по функционалу; по специфике ландшафта и пр.) с ориентацией на психологию и физиологию посетителей;
- природосообразность в выборе материалов с ориентацией на местные породы для создания союза потребителей с местными природными ресурсами
- визуализация пространства звуковыми (имитация природных звуков), световыми (изменение динамики освещения) и тактильными (гладкие и фактурные поверхности) эффектами для усиления эстетической выразительности.

Таким образом, концепция дизайна территории «Магии тепла» должна быть ориентирована на создание уникальной среды, где каждый элемент направлен не только на комфортное пребывание, но и способен обеспечить восстановление жизненных сил посетителей. Синтез внешнего пространства и функционала терм должен превратить посещение комплекса в акт единения человека с живой природой, что особенно ценно в условиях проживания в промышленном моногороде.

Екатери́нушкина А.В. (AuthorID: 317742), Па́тынская С.А. (студент)

ОБОСНОВАНИЕ ДИЗАЙН-КОНЦЕПЦИИ БЛАГОУСТРОЙСТВА ПЛОЩАДИ МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ГОРОДСКОМ КУРОРТЕ

Идея создания городского парка «Притяжение» в Магнитогорске состоит в концепции градиентного перехода от урбанизированного к природному пространству, что создаёт уникальную среду, которая одновременно рефлексировывает историю города и формирует его будущее как места притяжения для жизни, отдыха и туризма. Соответственно – это место взаимодействия большого числа людей, территория с возможностями проведения разных массовых мероприятий.

Дизайн-концепция благоустройства площади массовых мероприятий должна быть ориентирована на их ключевые функции:

- событийность – ориентация пространства на масштабность и массовость при стабильности существующей инфраструктуры; анализ типологии массовых мероприятий
- рекреационность – сохранение среды для ежедневного посещения пространств вне мероприятий;
- идентификация – эмоциональная и визуально-выразительная узнаваемость территории как символа культурного облика промышленного города;
- экологичность – соответствие основной концепции парка, основанной на единении человека с природой в условиях «городских джунглей»;
- культурная эдентичность – ориентация на региональные традиции (приднечные, ремесленные, архитектурные, и пр)
- социальный аспект – соблюдение интересов местного населения и популяризация города среди туристов в межсезонье и их сплочение в пик сезона.

В этой связи ключевыми проектными идеями могут служить следующие:

- динамичность территории – система взаимосвязанных постоянных и трансформируемых или мобильных элементов;
- смягчение территориальных границ – включение ближайших объектов в общую концепцию территории (или обратная задача – концепция подстраивается под существующие объекты);
- конструктивный контраст – использование разных типов конструкций и материалов, в зависимости от ситуации;
- акцент на современные технологии – использование интерактивных пространств, динамика освещения, инсталляции и пр.

Дизайн-концепция площади массовых мероприятий в городском курорте должна быть ориентирована на слияние культурного и функционального посыла. Основной целью дизайнера становится разработка динамичного общественного пространства с собственной идентичностью, способное гибко адаптироваться под меняющиеся ситуации. Облик территории выступает частью курортного развития, и напрямую влияет на туристическую привлекательность и социальное благополучие местных жителей.

ГЕЙМИФИКАЦИЯ КАК ФОРМА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ У ДИЗАЙНЕРОВ ОДЕЖДЫ В ВУЗЕ

Сегодня одним из инновационных образовательных инструментов современного преподавателя может стать геймификация - применение принципов и механизмов игр в неигровых сферах, таких как образование, бизнес и пр. для повышения вовлеченности и мотивации людей. (Например, геймификация может включать начисление баллов, а также уровни, рейтинги, награды и элементы соревнований для стимулирования интереса к задаче). Данный инструмент применяется многими педагогами в учебном процессе [2] с целью повышения заинтересованности студентов в решение прикладных задач и может существенно повысить эмоциональную вовлечённость аудитории в совместную деятельность за счёт использования игрового формата, возникновения элемента соревновательности.

Традиционные методы образования такие как, например, лекция, домашние задания не усваиваются в полной мере представителями нового поколения «цифровых людей». Поэтому в системе образования возникла необходимость в пересмотре эффективности прежних педагогических подходов в обучении и их замене. В процессе обучения дизайнеров кафедры дизайна одежды УралГАХУ игра используется для овладения ими практическими навыками работы с моделями одежды на конкретную фигуру, из конкретной ткани по выбранной теме на занятиях предмета «Выполнение проекта в материале».

Название игры: «Я - модный дизайнер». Цели обучения: освоение базовых техник конструирования и моделирования одежды [1]. Задачи: развитие творческого мышления и эстетического вкуса, овладение навыками работы с тканями и аксессуарами, понимание принципов моделирования и изготовления одежды. Описание игры: студенты играют роль молодых дизайнеров, которые открывают свой собственный бренд одежды. Их задача — создать уникальные коллекции, привлекающие внимание клиентов и критиков моды. Для этого им придется освоить все этапы проектирования костюма: от выбора тканей до финишной отделки изделий. Структура игры: Уровень 1: Моделирование и дизайн. Уровень 2: Основы конструирования. Уровень 3: Раскрой, пошив и отделка. Уровень 4: Презентация.

Таким образом, такая постановка занятий в виде игры способствует, во-первых, повышению интереса у обучающихся к занятиям, а во-вторых успешному усвоению преподаваемого материала, освоению практических навыков дизайнера.

Список используемых источников

1. Емельянова, Н. М. Методы практического конструирования и моделирования одежды: Учебное пособие по дисциплине «Выполнение проекта в материале» / Н. М. Емельянова, О. Ю. Куваева; Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова. – Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 2022. – 84 с. – ISBN 978-5-7408-0331-9. – EDN HUDJOA.

«ТЕРРИТОРИЯ А» - ОТРАЖЕНИЕ ТЕМЫ ГОРОДА В КОЛЛЕКЦИИ ОДЕЖДЫ

Город и его специфика всегда притягательны для художников, архитекторов и дизайнеров. Особенно интересны города, которые покрыты дымкой тайны, так как археологи (и не только они) могут ее приоткрыть.

Урал здесь не исключение. Первое упоминание в истории территории Урала возникает с упоминанием истории поселения Аркаим, которому насчитывается 4000 лет, т.е. уральское поселение древнее Трои!

Про Аркаим слышан весь мир, на этот культурный памятник приезжают посмотреть люди со всего мира, которые верят в эзотерические свойства памятника и местности. Приезжают за тайной и лично на себе почувствовать великую «загадку». Аркаим считается «местом силы», прародиной славян, колыбелью мира, первым городом на Урале. Аркаим – уникальное таинственное место, которое очень распространено в использовании как источника мифических историй, легенд, эзотерических сказаний, а так же, как источника вдохновения.

И для магистранта кафедры дизайна одежды Уральского государственного архитектурно-художественного университета им. Н.С. Алферова А.А. Морозовой Аркаим стал источником вдохновения коллекции одежды «Территория А». Она тщательно изучила культурные особенности людей Уральского региона, формы народного костюма [2]. На основании археологических артефактов ею были изучены виды материалов для изготовления одежды, способы их производства, а также декор и украшения женщин той эпохи. Было выявлено, что сырьем для производства полотна эпохи бронзы служили волокна растительного происхождения такие как крапива и лен. В суровых климатических условиях Урала и Башкирии так же важнейшим волокном являлась шерсть [3]. Ткань изготавливали полотняным переплетением. Самым распространенным видом одежды древности считается т.н. «туникообразная рубаха». Коллекция «Территория А» предназначена для девушек, которым важно иметь свой собственный стиль, неповторимый и уникальный, который отзывается из глубины души. Достоинства коллекции: чистота линий и органичность пропорций; современность – смешение одних из самых популярных стилей минимализма и этники; практичность; натуральный состав; наличие деталей-трансформеров; комфорт, качество и единство кроя [1].

Выводы. Подводя итоги, хотелось бы отметить, что коллекция Морозовой А.А., которая гармонично сочетает в себе и народные традиции, и современные тренды получила высокую оценку как членов ГЭК, так и потенциальных потребителей одежды - девушек Екатеринбурга (на основе анкетирования соответствующего контингента потребителей).

Список используемых источников

1. Емельянова, Н. М. Особенности дизайна и конструирования мужских сорочек бренда "Правика" / Н. М. Емельянова // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2019. – № 1-1. – С. 222-226. – EDN PLZHVB.

ЭВОЛЮЦИЯ РОЛИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБРАЗОВАНИИ БУДУЩИХ ГРАФИЧЕСКИХ ДИЗАЙНЕРОВ

Научные исследования в сфере дизайна в советское время в основном проводились в рамках Всероссийского научно-исследовательского института технической эстетики. Значительно меньше на нее были ориентированы высшие учебные заведения, готовящие дизайнеров [1].

За последние тридцать лет все изменилось. С каждым новым государственным образовательным стандартом доля научной деятельности студентов увеличивалась. Речь идет не только о магистратуре, в бакалавриате наблюдаются те же тенденции.

Трудность организации научных исследований у бакалавров заключается в том, что необходимо установить уровень сложности и объем работы. С одной стороны, студентам следует познакомиться с методологией научных исследований, структурой и требованиями, предъявляемыми к научным текстам. Умение читать и понимать научную литературу складывается годами, постоянно меняющиеся гости на оформление ссылок не способствуют формированию фундаментальных знаний.

С другой стороны, необходимо предоставить студентам возможность изучать знакомые объекты и системы. Исследование в дизайне не может носить только теоретический характер, студент должен иметь прямой доступ к объекту изучения. В области графического дизайна таких объектов достаточно много: буклеты, журналы, открытки, плакаты, рекламная продукция. Особенный интерес вызывает компьютерная продукция, которая все больше и больше определяет лицо нашего времени.

Полный переход в цифровой формат особо не изменил принципы и закономерности художественного проектирования, усложнился инструментарий, готовый продукт приобрел глянцевый отблеск. Анализ продукции показывает не столько отсутствие знаний возможностей компьютерной верстки, сколько недостатки художественных навыков и низкий уровень общей культуры. Умение осуществлять критический анализ по отношению к чужому продукту является важным профессиональным качеством дизайнера. Оно в полной мере формируется именно в научной деятельности, что и делает ее незаменимым элементом в образовании нового поколения дизайнеров.

Список используемых источников

1. Жданова, Н. С. Организация научных исследований студентов в области графического дизайна / Н. С. Жданова // Творческое пространство образования : Сборник материалов внутривузовской (очно-заочной) научно-практической конференции, Магнитогорск, 08–09 апреля 2016 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2016. – С. 23-29. – EDN WNHLPL.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАРОДНЫХ ПРОМЫСЛОВ В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА

Сегодня интерес к народным промыслам возрождается [1] и становится объектом изучения и сохранения культурного наследия в высших учебных заведениях и дополнительном образовании детей России.

Так, урало-сибирская роспись была широко распространена в Уральском и Сибирском регионах, где её использовали для украшения различных предметов быта, таких как деревянная посуда, мебель и предметы интерьера. Эта роспись отличается гармонией и цельностью мотивов, а также использованием контрастных цветов на фоне. В ней преобладают растительные и цветочные орнаменты.

Символика имеет определенный смысл и несет на себе печать предков, визуальное восприятие которых сегодня мы понимаем через форму, цвет и композицию. Особенно интересно, что традиционная техника двойного мазка успешно адаптируется под современные материалы и технологии. Мастера продолжают использовать классическую цветовую гамму (красный, синий, желтый), но также экспериментируют с новыми цветовыми решениями.

Мы провели изучение урало-сибирской росписи, и на основе этих знаний приступили к выполнению проекта с элементами данной росписи на деревянной мебели. Для выполнения работы в материале - росписи, было выбрано изделие – деревянный табурет, выполненный по проекту, разработанному ранее. Далее было выполнено несколько эскизов. Затем мы выполнили поиски цветового решения данных эскизов, из которых выбрали самый удачный и гармоничный вариант.

В ходе работы на самом табурете цвета немного корректировались, учитывая деревянную поверхность изделия. Расписывали мы в технике урало-сибирской росписи. Было выбрано изделие для росписи – деревянный табурет, выполненный по проекту, разработанному ранее. Сначала мы расписывали основную часть – верх. Только потом мы расписывали ножки изделия, чтобы можно было внести правки для лучшего сочетания. И в конце мы выполнили окаймление по верхнему краю изделия для того, чтобы визуально собрать всю композицию в единое целое.

Определено, что данный народный промысел набирает популярность, что позволяет сохранить его исторические и культурные традиции.

Изучение, сохранение и развитие различных видов народного искусства в целом и росписи по дереву, в частности, способствует развитию интереса к истории, культуре и традициям своего региона, а также воспитанию чувства патриотизма и гордости за свою Родину.

Список используемых источников

1. Преодоление глобализации мышления студентов путем изучения региональных традиций дизайна / Н. С. Жданова, А. Д. Григорьев, Т. В. Саляева, В. В. Ячменева // Перспективы науки. – 2022. – № 12(159). – С. 264-268. – EDN KHXJYA.

СИНТЕЗ ИСКУССТВ В СОВРЕМЕННОМ ГОРОДЕ: ОТ МОНУМЕНТАЛЬНОЙ ЖИВОПИСИ ДО СТРИТ-АРТА

Синтез искусств в городах присутствовал всегда, это различные памятники, монументы, скульптуры, барельефы на зданиях, орнаменты на заборах, фрески на стенах и т.д. В данном случае живопись объединяется с предметным пространством города, в частности с архитектурой. Такому синтезу в наши дни дали название – «стрит-арт» (англ. street art – уличное искусство). Ранее 20-го века синтез живописи и архитектуры относился только к монументальной живописи. Монументальная живопись как явление появилась еще в древние времена в виде наскальных и пещерных рисунков древнего человека, который орудовал примитивными инструментами и красками. Такие рисунки сохранились по всему миру на протяжении тысячи лет, они изображают простые жизненные сюжеты, фигуры животных и людей. Монументальная живопись привязана к архитектуре, соответственно такая живопись сохраняется, практически невредимой пока существует здание, на котором она появилась. В современном мире необходимость так грандиозно украшать пространства отпала. Но в наше время у людей поменялся взгляд на искусство, теперь человек живя в небольших пространствах, все равно тяготеет к большому и грандиозному искусству. Поэтому на улицах современных городов можно встретит огромные рисунки на фасадах домов, так называемые «уличные фрески». Стрит-арт — это направление, для которого характерен ярко выраженный урбанистический стиль. Основная часть — это граффити, но также сюда относятся постеры, трафареты, скульптурные инсталляции и другие формы уличного искусства. Но самые масштабные и известные работы относятся к муралу, это большие живописные произведения на фасадах зданий, которые обычно согласованы с муниципальными властями, в отличие от других направлений.

Таким образом, человек всегда старался украсить пространство вокруг себя с древних времен, от пещерных рисунков к грандиозным фрескам, а в наше время рождается новое направление - уличное искусство. Стрит-арт способен отражать современное общество, выражать индивидуальность художников и влиять на городскую среду, что улучшает имидж городов и способствует развитию туризма.

Список используемых источников

1. Ячmeneва, В. В. Проектные предложения в благоустройстве и озеленении города / В. В. Ячmeneва, А. А. Леймакин // Культура и экология - основы устойчивого развития России. Культурные и экологические императивы современной экономики : Международный форум, Екатеринбург, 13–15 апреля 2020 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Кафедра культурологии и дизайна УГИ УрФУ. Том Часть 1. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2020. – С. 54-57. – EDN FBARAF.

НЕЙРОЭРГОНОМИКА В ГРАФИЧЕСКОМ ДИЗАЙНЕ: ВЛИЯНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ПАТТЕРНОВ НА КОГНИТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ

В статье исследуется междисциплинарная область нейроэргономики графического дизайна. Рассмотрение необходимо для оптимизации визуальной части интерфейсов на основе закономерностей работы человеческого мозга. В фокусе исследования — анализ влияния базовых визуальных паттернов (гештальт-принципы, цветовые контрасты, пространственная композиция, ритм) на эффективность привлечения и удержания внимания, а также на кодирование и воспроизведение информации в памяти.

Гипотеза в том, что визуальные паттерны, соответствующие врожденным и приобретенным алгоритмам работы зрительной коры головного мозга, требуют меньших когнитивных ресурсов для обработки, что приводит к более быстрому привлечению внимания, его эффективному распределению и прочному закреплению информации в памяти. Методология включает системный обзор нейрофизиологических исследований (данные ЭЭГ, айтрекинга) и их проекцию на классические и современные практики дизайна [1].

Результаты предположительно демонстрируют, что паттерны, соответствующие врожденным механизмам зрительного восприятия (принцип близости, выделение по уникальному признаку), значимо снижают когнитивную нагрузку и улучшают коммуникацию. Важно обозначить необходимость интеграции нейроэргономических принципов проектирования для создания продуктов, не только эстетичных, но и биологически корректных для восприятия человеком.

Актуальность исследования обусловлена информационной перегрузкой. В условиях конкурентной борьбы за внимание (веб-сайт, мобильное приложение, навигационная система или образовательный материал) эффективность графических решений напрямую определяет успех коммуникации [2].

Понимание того, как визуальные паттерны влияют на механизмы внимания и консолидации памяти, становится критически важным для дизайнеров и разработчиков. Интеграция приведённых принципов в дизайн: образование и практику позволяет создавать интерфейсы и коммуникационные материалы, которые не борются с человеческим восприятием, а сотрудничают с ним. Дальнейшие исследования в данной области видятся в разработке конкретных нейроэргономических гайдлайнов для медиа и в углубленном изучении индивидуальных различий в восприятии паттернов.

Список используемых источников

1. Ahmad, Gufran. Visual Focus of Attention Actively Associates Relevancy in Eye Movements. // Journal of Business Theory and Practice. -2015. №3. -С. 209-223.
2. Don Norman. THE DESIGN OF EVERYDAY THINGS REVISED AND EXPANDED EDITION. // BASIC BOOKS A Member of the Perseus Books Group, New York -2013. – С. 325

Зотова Д.А. (AuthorID: ID1037775), Гусева В.А. (AuthorID: ID1233420)

ПРОБЛЕМА ПРЕЕМСТВЕННОСТИ МЕЖДУ ДЕТСКИМ ТЕХНИЧЕСКИМ ТВОРЧЕСТВОМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ г. МАГНИТОГОРСКА

В условиях стремительного развития научно-технологического прогресса и глобальной цифровизации техническое творчество приобретает стратегическое значение для обеспечения технологического суверенитета и лидерства России на мировой арене.

Фундамент для формирования инженерного мышления, изобретательности и проектных навыков закладывается еще в детском возрасте. Кружки научно-технического творчества позволяют выстроить прямой путь от увлечения к профессиональным инновациям.

В работе рассматривается детское техническое творчество в г. Магнитогорске, его влияние на город и на самих жителей, тенденции развития и перспективы. Были проанализированы все секции города и выявлено около 70-80 кружков технико-творческой направленности.

Условно структурируем их по блокам:

- Классическое техническое моделирование и конструирование (Юный техник, АСАР-М, Авиамоделирование, Автомоделирование «Форсаж»)
- Робототехника и программируемая техника (Робострой, СозДатель, ИнженериУм, «Путешествие в страну роботов», «Образовательная робототехника»)
- Цифровое проектирование и 3D-технологии (3D моделирование, Цифровое моделирование, Технический 3D мир)
- Архитектура, дизайн и художественное конструирование (Юный архитектор, Архитектурная школа для детей, Основы проектирования, Техно-Арт)
- Цифровые медиа и новые технологии (Web-дизайн, Создай свой блог, Искусственный интеллект и нейросети, Виртуальные миры, Фотошоп с нуля)
- Прикладные формы (Конструирование из бумаги, Гончарное дело, Хайтек)

Город сохраняет советскую традицию технического творчества, однако делает это в современной и актуальной форме. Многие программы используют проектный подход, и ориентированы на результат.

Однако мы видим, что в возрасте старшей школы у многих детей возникает ряд проблем: кружки заканчиваются, становятся «детскими» реальные проекты недоступны, отсутствие или закрытость профессионального сообщества. В результате, дети, освоив трудный навык, не могут применить его во взрослой жизни, вследствие чего навык теряется.

На сегодняшний день в Магнитогорске есть отдельные элементы поддержки технических инноваций, однако они не формируют единой экосистемы для выпускников, и не доступны большинству горожан.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ КОНСТРУКТОРОВ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Наиважнейшей ценностью и основным капиталом современного общества является человек, способный к поиску и освоению новых знаний и принятию нестандартных решений. Нововведения, или инновации, характерны для любой профессиональной деятельности человека и поэтому, естественно, становятся предметом изучения, анализа и внедрения. Понятие «инновация» означает новшество, новизну, изменение; инновация как средство и процесс предполагает введение чего-либо нового. По нашему мнению, одним из путей «введение чего-либо нового», связаны с задачами, которые ставит швейное производство. Это модификация ассортимента на основе улучшения качества изделий, вопросы инновационного обеспечения перспективного спроса, разработки направлений инновационных стратегий в области проектирования швейных изделий. Решение их выполняется нами на этапах выпускных квалификационных работ и рассматривается как: современные тенденции в конструировании моделей костюмов в коллекциях «Славянский шик», «Ветер перемен», создание виртуальных прототипов одежды в программе CLO 3D [1]. А также инновационные тенденции в разработке моделей одежды для производства в программах Ассоль и Грация [2], инновационные тенденции в разработке одежды с учетом возрастных особенностей и индивидуальных особенностей телосложения и др.

Проведенные нами исследования знакомят с различными направлениями швейного производства, которые необходимо продолжать, где особое внимание уделяется перспективам использования этих разработок в профессиональной деятельности и в учебном процессе. Таким образом, можно сделать вывод, что инновационные тенденции в подготовке будущих конструкторов швейных изделий взаимосвязаны и решают задачи, как образования, так и швейного производства. Решение их способствует становлению профессионального уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, готового к постоянно профессиональному росту и мобильности.

Список используемых источников

1. Фадеева, Е. Ю. Создание виртуальных прототипов одежды в программе "CLO 3D" / Е. Ю. Фадеева, Е. В. Ильяшева // Формирование предметно-пространственной среды современного города: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Магнитогорск, 05–06 ноября 2020 года / под общ. ред. Григорьева А.Д. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2021. – С. 85-91. – EDN IDZAKM. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44878807>

2. Ильяшева, Е. В. Цифровые технологии в конструировании швейных изделий как важное средство формирования профессионального интереса / Е. В. Ильяшева // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 19–23 апреля 2021 года. Том 1. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2021. – С. 501. – EDN YPTTAQ. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45676279>

Каримова С.М. (студент)

КОСТЮМЫ В ФИЛЬМЕ «МАЛЕНЬКИЕ ЖЕНЩИНЫ»

«Маленькие женщины» – роман американской писательницы Луизы Мэй Олкотт, написанный в двух частях и опубликованный в 1868 и 1869 годах. Произведение переносит нас в Новую Англию времен гражданской войны 1860-х годов и описывает жизнь четырех сестер семейства Марч. Роман «Маленькие женщины» является классикой американской литературы, которую экранизировали не один раз. Это мелодрама Джорджа Кьюкора 1933 года, аниме-сериал 1987 года, а так же различные мюзиклы и оперы. За костюмы в фильме отвечала британская художница по костюмам Жаклин Дюрран и за её работу картина получила Оскар в номинации «лучшие костюмы» на премии в 2020 году. Для создания образов персонажей Дюрран искала вдохновение не только в самих литературных героях, но и в картинах 19 века. Так же она внимательно изучала работы фотографов того времени и биографию самой писательницы. В итоге в гардеробе каждой из сестер появились определенные оттенки и запоминающиеся детали. Визуально она выделяется на фоне своих сестер за счет колористического решения [1]. Джо (Сирша Ронан) - главная бунтарка в семье и просто смелая и решительная девушка. В её одежде преимущественно присутствуют насыщенный индиго и красный. Для неё главное удобство, а не красота, поэтому мы не видим на ней пышных платьев и неудобных корсетов. После, когда Джо попадает в Нью-Йорк в её образах появляется больше темных оттенков, но иногда мы всё же видим на ней приглушенный красный, как символ её упорства и целеустремленности. Мэг (Эмма Уотсон). Мэг – это полная противоположность Джо. Она спокойная, уравновешенная, ценит семейные традиции и мечтает о браке и представлена в нежно лиловом и фиштакшвом оттенках. В её гардеробе нежные и женственные платья светлых оттенков, а свадебное платье она шьет самостоятельно и с любовью. Естественная красота, романтика и единение с природой – основополагающие этого направления.

Подводя итог, можно отметить, что художники фильма провели очень большую и тщательную работу по подбору костюма к каждому персонажу. Очень важно, что с помощью костюма они смогли передать эпоху, характер и особенности каждого из персонажей. Цвет, оттенки и композиция костюма - все работает на создание неповторимого колорита самого фильма.

Список используемых источников

1. Киселев, В. Л. Компьютерная анимация / В. Л. Киселев, В. В. Королева, В. В. Ячменева // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы докладов 81-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 17–21 апреля 2023 года. Том 2. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2023. – С. 109. – EDN AJBNEE.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Ячменёвой В.В. (AuthorID: 490504).

ПРИМЕНЕНИЕ SMART-ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОЙ РЕКЛАМЕ НА ТРАНСПОРТЕ

В исследовании рассматриваются вопросы применения современных smart-технологий в рекламе на транспорте. Сегодня применение цифровых технологий в различных областях жизнедеятельности человека не вызывает сомнений. Например, демонстрирующим широкие возможности цифровых технологий, становится транспортный комплекс в целом и городской/ специализированный транспорт, в частности.

Транспортный комплекс включает в себя: городской (трамвай, автобус, троллейбус), междугородный и пригородный пассажирский транспорт, специализированный (перевозка химических, горючих веществ, продуктов, медицинский транспорт, туристический и т.д.).

И все чаще мы видим рекламу не только на городском, междугородном, специализированном, но и на частном транспорте. Она на современном этапе развития общества является одной из самых популярных видов массовой рекламы. Возрастание роли рекламы в обществе в целом и в транспортном комплексе в частности, связано с расширением сферы ее влияния на человека. Мы, в своем исследовании, предлагаем различные варианты рекламы на автотранспорте, а именно - специализированном. В нашем случае — это туристический. Так, например, в некоторых странах используют такси с рекламой - бегущей строкой на крыше, чтобы выделить объект из массы автотранспорта.

В другом случае - использование бортов автодома - как визитной карточки фирмы, организующей путешествие. В сегодняшних экономических реалиях автодом стал очень востребованным видом транспорта для путешествий по России.

Еще пример использования smart-технологий на транспорте - компания Titan Outdoor. Данная компания занимается наружной и транспортной рекламой. С 2024 года она начала эксперимент с цифровой рекламой на бортах автобусов и грузовиков в виде ЖК-дисплеев [1]. Данный опыт применения smart-технологий распространяется и в другие страны.

Таким образом, транспортная реклама продвигает товары и услуги в социум. Smart-технологии позволяют быстро и качественно воплотить различные проекты, уровень научно-технического прогресса расширяет полет фантазии дизайнера.

Список используемых источников

1. Киселев, В. Л. Компьютерная анимация / В. Л. Киселев, В. В. Королева, В. В. Ячменева // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы докладов 81-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 17–21 апреля 2023 года. Том 2. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2023. – С. 109. – EDN AJBNEE.

Коршунова А.Я. (студент)

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОВАРНОГО ЗНАКА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ СФЕРЫ УСЛУГ

Сегодня организации в сфере услуг и сервиса работают в условиях жесткой конкурентной борьбы.

Одним из эффективных средств создания благоприятного образа компании является разработка дизайнерской марки организации, которая посредством индивидуальности, позволяет выделиться среди конкурентов. Поэтому все эффективные международные и отечественные бренды используют товарный знак, как один из стратегических инструментов своего бизнеса.

В настоящее время все актуальней становится разработка дизайнерской марки в графическом дизайне. Такую разработку необходимо вести поэтапно, изучая теоретические и практические вопросы.

В исследовательской работе по проектированию необходимо обозначить несколько важнейших сторон, результатом которой и станет разработка товарного знака для организаций общественного питания.

Чайные появились в России довольно поздно — первое заведение такого рода открылось лишь в 1882 году. Но затем они стали повсеместным явлением — открывались вдоль трактов, у почтовых станций и железнодорожных вокзалов, рядом с рынками и театрами [1].

К чаю здесь предлагали свежеспеченный хлеб и сбитое масло, сливки и сахар. Начищенные до блеска самовары украшались горячими бубликами и баранками, а в плетеных корзинках всегда лежали сухари и сушки.

В настоящее время открывается большое количество институтов общественного питания, отличающихся своей спецификой наполнения меню, оформлением, целевой аудиторией.

Существуют кофейни, кафе-мороженого, пиццерии, суши-бары, семейное кафе, и т.д. Все они призваны привлечь посетителей для отдыха и питания, для деловых встреч, для встречи влюбленных, для встречи выпускников и других мероприятий.

Заведения общественного питания наиболее полно удовлетворяют потребности людей в питании.

Для популяризации таких заведений хозяева прибегают к разным рекламным компаниям, и разработка товарного знака компании стоит в приоритете.

Список использованных источников

1. Саляева, Т. В. Развитие творческих способностей школьников (5-11 класс) на занятиях художественной керамикой: специальность 13.00.02 "Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)": диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Саляева Татьяна Владимировна. – Москва, 1998. – 223 с. – EDN NLKLNL.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Саляевой Т.В. (AuthorID: 692828).

Кунакбаева А.А. (студент)

ЭТНОКОСТЮМ В СОВРЕМЕННОМ ГОРОДЕ

Этнокостюм в современном городе - один из тех мощных инструментов, с помощью которых мы выражаем себя и свою принадлежность к определенной культуре. Автор представляет свои творческие работы, выполненные на Всероссийский конкурс «Креативной индустрии», проходившего в г. Омск 23-29 июля 2025 года. В основе городского дизайна, как и дизайна костюма, лежат одни и те же принципы формообразования. Во всех исторических художественных стилях прослеживается стилевое единство костюма и архитектуры, схожие приемы архитектоники. Между костюмом и архитектурой существует стилевая связь, которая выражается в общности образного и визуального решения. В костюме такие элементы, как курал (национальный женский платок), чапан (длинная куртка) и гун (шапка), могут гармонично вписываться в современный гардероб, создавая модные образы, которые не теряют своей значимости. Использование традиционных технологий в вышитых узорах и материалов в дизайне одежды [1], помогает выражать свою принадлежность в современном мире, создавая мост между прошлым и настоящим. В нашем эксперименте мы придерживались точки зрения - объединение традиций и современности в эко- и этномотивах костюма. В условиях социальной динамики, этническая идентичность может проявляться не только в одежде, но и в искусстве, кухне, музыке и языке. В крупных городах мы можем наблюдать активное развитие этнокультурных сообществ, где возрождаются традиционные обычаи и практики; подают традиционные блюда, становятся популярными местами встреч для людей, желающих узнать свою культуру или поделиться ею с другими, путешествующих по гастротурам. Концерты и фестивали, посвященные башкирскому искусству, служат платформами для диалога о культуре. Человек в городе — это динамичная и многогранная личность, которая не только осваивает новые горизонты, но и сохраняет свои корни. Таким образом, человек, в условиях современной городской жизни и медийного пространства, помнит о значении своей культуры и стремится к её интеграции в повседневность, создавая мир, где традиции и современность могут сосуществовать в гармонии.

Список используемых источников

1. Саляева, Т. В. Использование дудлинга в проектировании принтов для спортивной одежды / Т. В. Саляева // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 19–23 апреля 2021 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – С. 502. – EDN XGSJON.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Ячменёвой В.В. (AuthorID: 490504).

РОЛЬ ВОЛОНТЕРОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ

Цифровая трансформация всех сфер жизни создает новую реальность для подрастающего поколения, где информационная среда становится ключевым фактором социализации и формирования личности [1]. Одновременно с расширением возможностей для развития возникают и новые риски, связанные с воздействием деструктивного контента, фейковой информации и технологий когнитивного влияния. В этих условиях особую роль приобретают вопросы формирования устойчивой системы ценностей у детей и молодежи. В качестве ответа на эти вызовы в РФ реализуется проект «Безопасная информационная среда детства», ключевым элементом которого становятся комиссии по информационной безопасности и волонтерские формирования «Волонтеры информационной культуры (ИК)». Их деятельность направлена на регулирование оборота информации, экспертизу контента, просвещение и формирование цифровой грамотности. Деятельность волонтеров ИК нормативно закреплена и является формой социального служения. Волонтеры (лица от 14 лет) действуют в составе комиссий по информационной безопасности, которые создаются в советах государственно-общественного управления на институциональном, муниципальном и региональном уровнях в сферах образования, культуры, социальной защиты. Многоуровневая модель (федеральный, региональный, муниципальный, институциональный) позволяет обеспечить системный охват и адресность работы. Для оценки актуальных ценностных ориентаций подростков в июле 2025 года был проведен опрос среди участников профильной смены ($n=38$, возраст 10-17 лет). Респондентам предлагалось выбрать и ранжировать наиболее значимые для них ценности. Наиболее часто выбираемые ценности: Дружба (24 выбора), Самореализация (23), Крепкая семья (16), Взаимопомощь (14), Развитие (13). Наименее важные ценности: Историческая память (8.03), Единство народов России (8.08), Гордость за страну (8.13), Созидательный труд (8.18), Коллективизм (8.18). Полученные данные указывают на выраженную ориентацию современного подростка на личностные и микросоциальные ценности (дружба, семья, самореализация). Выявленный дисбаланс подтверждает актуальность зада.

Таким образом, волонтеры информационной культуры, действуя на стыке государственной политики и общественной инициативы, могут стать значимым ресурсом в формировании у подрастающего поколения целостной и гармоничной системы ценностей, устойчивой к вызовам современной информационной среды.

Список используемых источников

1. Рубцова, О. В. Формирование безопасной информационной среды современного образовательного учреждения на примере центра цифрового образования it-cube / О. В. Рубцова, Е. В. Лямцева // Формирование предметно-пространственной среды современного города: сборник трудов конференции, Магнитогорск, 05–07 ноября 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, 2025. – С. 121-129. – EDN FKCKZX.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА ГОРОДА В ФОРМИРОВАНИИ ЦЕННОСТНОГО ЛАНДШАФТА МОЛОДЕЖИ

В тезисах рассматривается проблема формирования ценностных ориентаций подростков в условиях цифровой трансформации через призму концепции «архитектуры информационной среды». Здесь можно провести аналогию между физическим городским пространством, исторически формирующим поведение и ценности горожан, и цифровой средой как новым ключевым «местом обитания» молодежи. На основе анализа эмпирических данных, выявивших дефицит гражданско-патриотических ценностей у подростков, и материалов о деятельности волонтеров информационной культуры, обосновывается тезис о необходимости целенаправленного проектирования и «благоустройства» информационного пространства. Предлагается модель, в которой волонтеры выступают в роли «активных горожан» и «социальных дизайнеров», а комиссии по информационной безопасности — в роли архитектурно-планировочных советов, утверждающих стандарты безопасности и качества «информационной застройки» на всех уровнях — от институционального до регионального.

Цифровая трансформация создает новую реальность для подрастающего поколения, где информационная среда становится ключевым фактором социализации и формирования личности [1]. Эта среда, подобно городскому пространству, обладает своей архитектурой — структурой, качеством и этикой контента, которая активно влияет на мышление и ценности. Для подростка, чья жизнь протекает одновременно на улицах родного города и в лентах социальных сетей, эти две реальности нераздельны. «Информационный город» становится новой средой обитания, требующей осознанного проектирования, особенно в свете рисков, связанных с деструктивным контентом, фейковой информацией и когнитивным воздействием. В качестве ответа на эти вызовы реализуется проект «Безопасная информационная среда детства», ключевым элементом которого становятся комиссии по информационной безопасности и волонтерские формирования «Волонтеры информационной культуры». Их деятельность направлена на регулирование оборота информации, экспертизу контента и формирование цифровой грамотности.

Таким образом, выстраивается многоуровневая система градорегулирования, где федеральные законы задают основы, местные комиссии — нормы, а волонтеры — практику защиты и созидания среды.

Список используемых источников

1. Рубцова, О. В. Формирование безопасной информационной среды современного образовательного учреждения на примере центра цифрового образования it-cube / О. В. Рубцова, Е. В. Лямцева // Формирование предметно-пространственной среды современного города : сборник трудов конференции, Магнитогорск, 05–07 ноября 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова, 2025. – С. 121-129. – EDN FKCKZX.

Нажметдинова А.Р. (студент)

СИНТЕЗ ИСКУССТВ В «ПАРКЕ У ВЕЧНОГО ОГНЯ» В г. МАГНИТОГОРСКЕ

Парк «У Вечного огня» в городе Магнитогорске представляет собой уникальное пространство, где синтез различных видов искусств создает особую атмосферу, способствующую культурному развитию и активному взаимодействию жителей и гостей города.

В последние десятилетия наблюдается тенденция к интеграции искусства в повседневную жизнь, что делает актуальным изучение таких мест, как парк «У Вечного огня», который стал не только зоной отдыха, но и культурным центром, объединяющим живопись, скульптуру, музыку и другие формы художественного самовыражения.

Парк, открытый в 1979 году, стал важной частью городской инфраструктуры, сочетая в себе мемориальные и культурные функции. Площадь парка составляет 38 гектаров, что позволяет ему вмещать многочисленные зоны отдыха и различные арт-объекты.

Реконструкция, проведенная в 2017 году, значительно изменила его облик, обогатило ландшафтный дизайн, но и сделало парк еще более доступным для общественности [1].

Монумент «Тыл-Фронту», возвышающийся на 15 метров, служит одной из ключевых художественных особенностей парка. Он входит в триптих, который включает памятники в Волгограде и Берлине, символизируя связь с историческими событиями и памятью о войне. Визуальная доминанта данного монумента придает парку не только архитектурную, но и эмоциональную нагрузку, создавая атмосферу глубокого уважения к тем, кто отдал жизнь за будущее своей страны.

Арт-объекты, размещённые на территории парка, разнообразны и оригинальны: от традиционных скульптур до современных инсталляций, созданных местными художниками. Эти элементы подчеркивают необходимость синтеза искусств и экологии, а также способствуют его популяризации как культурного центра города. Архитектура парка также играет важную роль в его визуальном восприятии [2].

Сегодня парк стал не только местом для отдыха, но и площадкой для творчества и культурного обмена. Он служит образцом для других городских проектов по благоустройству, показывая, как можно эффективно сочетать зеленые зоны с элементами искусств и архитектуры.

Список используемых источников

1. Преодоление глобализации мышления студентов путем изучения региональных традиций дизайна / Н. С. Жданова, А. Д. Григорьев, Т. В. Саляева, В. В. Ячменева // Перспективы науки. – 2022. – № 12(159). – С. 264-268. – EDN KHXJYA.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Ячменёвой В.В. (AuthorID: 490504)

Ильяшева Е.В. (Author ID: 331629), Недашковская Д.А. (студент)

ВЛИЯНИЕ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА НА ПОСАДКУ ОДЕЖДЫ

Анатомическое строение тела человека влияет на посадку одежды. Это влияние проявляется при конструировании одежды, где учитывается естественные изгибы и формы тела, определяется анатомическим строением и зависит возрастных изменений и специфики деятельности человека, наследственных факторов, условий жизни и т.д.

Для конструирования одежды строение тела характеризуется по отдельным частям: шея, плечи, грудь, живот, спина, ягодицы, верхние и нижние конечности, а также учитывается строение костной системы, мышц, жировой ткани и кожи. Учет анатомического строения тела человека остаётся актуальным решением, позволяющим создать одежду, которая идеально соответствует потребностям конкретного человека. Эти задачи нами решаются в учебном процессе на основных дисциплинах специальности.

Индустрия массового производства опирается на систему антропологических стандартов — таблиц средних размерных признаков, рассчитанных для типовых фигур [1]. Выделение ведущих размерных признаков для стандартизации размеров тела человека недостаточно, так как соотношения размеров тела у различных людей неодинаковы.

Ключевым ограничением системы стандартных размеров, основанной на усреднённых данных, является невозможность учесть особенности людей с нестандартным телосложением, таким как выраженная сутулость, асимметрия плеч или нестандартные пропорции конечностей. Стандартная вещь на такой фигуре будет иметь дефекты посадки, и вызывать дискомфорт.

Точное измерение фигуры и выявление ее особенностей на этапе технологии измерения играет особую роль. Сегодня этот процесс осуществляется с помощью современных технологий, таких как 3D-сканирование, позволяющее создать цифровую модель тела [2].

Таким образом, анатомическое строение тела человека, а также глубокое понимание самой анатомии, дополненное точными измерениями и технологиями, является необходимой для создания одежды, которая не просто скрывает тело, а гармонично с ним взаимодействует, подчёркивая достоинства и обеспечивая превосходную посадку, комфорт и функциональность.

Список используемых источников

1. Ильяшева, Е. В. Основы прикладной антропологии и биомеханики / Е. В. Ильяшева. – 2-е издание, дополненное и переработанное. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный университет, 2014. – 112 с. – EDN VYVKDB.

2. Фадеева, Е. Ю. Создание виртуальных прототипов одежды в программе "CLO 3D" / Е. Ю. Фадеева, Е. В. Ильяшева // Формирование предметно-пространственной среды современного города : материалы ежегодной Всероссийской научно-практической конференции, Магнитогорск, 05–06 ноября 2020 года / под общ. ред. Григорьева А.Д.. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – С. 85-91. – EDN IDZAKM. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44878807>

Патынская С.А. (студент)

СМАРТ-ТЕХНОЛОГИИ В ДЕКОРИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ИНТЕРЬЕРА

В тезисах рассматриваются современные технологии и материалы в создании декора текстильных объектов интерьера. Основное внимание уделено технологии сухого валяния на фелтинг-машине.

В современном мире быстроменяющихся тенденций в декорировании интерьера дизайнеры и художники все время ищут новые идеи оригинального дизайна. Одним из интересных вариантов является художественный текстиль. В художественном текстиле с появлением нового оборудования появляются и новые возможности выполнения художественных изделий для декорирования объектов интерьера. В области эксперимента для нас интерес представляет новое оборудование и, как следствие, новые возможности выполнения художественных изделий. Так, например, используя ткани, фурнитуру и волокно возможно экспериментировать и находить новые приемы в декорировании объектов интерьера. В работе мы использовали возможности фелтинг-машины «Jenome Xpression», на которой можно экспериментировать и находить новые технологии и способы декорирования текстиля. Основное свойство такой шерсти – это наличие микроскопических чешуек, которые при некотором давлении раскрываются и цепляются друг за друга, и переплетаются.

В качестве материала для работы мы использовали различные виды волокон: шёлк, рами, пряжу грубой прокраски, а также ткань. Кроме того, в работе на фелтинг-машине можно использовать и различные материалы и фурнитуру - тесьму, шнур и пр..В своей работе мы придерживались основных этапов выполнения дизайн-проекта, колористического решения и работы на фелтинг-машине [1]. Изучив предыдущий опыт работы над дизайн-проектами различных интерьеров и с объектами интерьера, мы в своём проекте решили предложить комплект (ширма и подушки) как объект текстильного дизайна в интерьере. В проекте использовались различные способы фельцевания и соединения войлока с тканью.

Используя современные достижения в технологиях, можно значительно сократить время на выполнение объекта текстильного дизайна в материале. Современные материалы настолько разнообразны, что позволяют воплотить практически любой дизайн-проект.

Список используемых источников

1. Салаева, Т. В. Современный аспект преподавания основ колористики у студентов-дизайнеров / Т. В. Салаева, В. В. Ячменева // Художественно-педагогическое образование: анализ прошлого, оценка современного и вызовы будущего : Материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 27–28 апреля 2022 года. – Курск: Курский государственный университет, 2022. – С. 180-185. – EDN CDFHND.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Ячменёвой В.В. (AuthorID: 490504).

Петрова В.Д. (студент)

МОДА КАК АСПЕКТ СОЦИАЛЬНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

В современном мире мода играет одну из ключевых ролей в процессе самовыражения и социальной идентификации. Каждый день мы наблюдаем, как люди, проходя мимо друг друга, не просто соприкасаются в пространстве, но и общаются на языке, который понятен только им.

Одежда становится не просто защитным слоем, но и отражением внутренних установок, вкусов и принадлежности к определенным социальным группам.

Города, где живут люди из разных стран и народов, во многом сами формируют и городской ландшафт, и моду. Это рождает уникальные стили, которые позволяют быстро идентифицировать принадлежность к той или иной социальной группе.

Улицы становятся подиумами, а каждое явление общественного мнения — это модный флешмоб, где люди состязаются не только в красоте, но и в смелости выбора. Молодёжь, например, может легко различать «хипстеров» с их эклектичными сочетаниями, «уличных модников» с яркими цветами и удобной обувью или «классиков» с их тщательно подобранными аутфитами.

В условиях города, где постоянное движение и изменение – норма, одежда становится универсальным средством для проявления своих эмоций, настроения и даже статуса.

Человек может почувствовать себя уверенно в образе уличного художника, носить строгое деловое одеяние или выбирать экстравагантные наряды для вечеринки. Все это лишь подчеркивает, как многогранна природа индивидуальности и как мода может её корректировать. Кроме того, мода в городской среде служит важным индикатором культурных и социальных изменений [1].

Тенденции могут меняться так же быстро, как и настроение горожан, отражая современные веяния. Человек в городе становится не просто участником модного процесса, а активным создателем визуальных объектов. В попытках соответствовать определенным стандартам некоторые люди могут забыть о своих собственных предпочтениях. Это создаёт сложный парадокс: мода предлагает свободу выбора, но в то же время может вызывать чувство несоответствия и дискомфорта.

Таким образом, мода сегодня является мощным инструментом социальной идентификации. Она помогает людям находить единомышленников, выражать свои чувства и формировать имидж.

Список используемых источников

1. Прилукова, Е. Г. Мозаика смыслов постчеловека в профессиональном образовании / Е. Г. Прилукова // Инновационное развитие профессионального образования. – 2022. – № 1(33). – С. 27-32. – EDN PUBWBQ.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Ячменёвой В.В. (AuthorID: 490504).

Белова Е.Л. (преподаватель СПО), **Пономарева М.А.** (студент)

ФУНКЦИОНАЛИЗМ В СОВРЕМЕННОМ ИНДИВИДУАЛЬНОМ ЖИЛОМ ДОМЕ

Целью данной работы является исследование актуальности принципов архитектурного функционализма и их синтеза с элементами стиля контемпорари при проектировании частного жилого дома. На основе проведенного анализа была разработана архитектурная концепция и дизайн интерьера.

В качестве референса использована вилла Савой архитектора Ле Корбюзье, что определило ключевую концепцию: «дом — машина для жилья». Данный принцип подразумевает приоритет функциональности, рациональности и эргономики, где форма здания и его внутренняя структура находятся в полном соответствии с назначением каждого элемента.

Архитектурно планировочное решение организовано по горизонтальной оси. Композиционным ядром объекта выступает многофункциональное пространство, объединяющее гостиную, столовую и кухонную зоны.

Дополнительным инструментом пространственной организации служит световое зонирование.

В проекте нашли отражение характерные черты функционализма, актуальные для современного строительства и дизайна: открытая планировка, лаконичность форм, использование больших остекленных поверхностей, нейтральная цветовая палитра и эргономичная мебель. Эти же принципы лежат в основе стиля контемпорари, что обеспечило их органичный синтез.

Отказ от избыточного декора, строгость линий и ясность объемов позволили создать гармоничную архитектурную форму и целостную интерьерную среду.

В результате архитектура и интерьер не конкурируют, а взаимно дополняют друг друга, формируя комфортную и эстетически сбалансированную среду, благоприятную для жизни современного человека [1].

Таким образом, синтез функционализма и контемпорари демонстрирует потенциал создания практичного, современного и гармоничного жилого пространства в индивидуальном доме.

Список используемых источников л

1. Ячменева, В. В. Проектные предложения в благоустройстве и озеленении города / В. В. Ячменева, А. А. Леймакин // Культура и экология - основы устойчивого развития России. Культурные и экологические императивы современной экономики : Международный форум, Екатеринбург, 13–15 апреля 2020 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Кафедра культурологии и дизайна УГИ УрФУ. Том Часть 1. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2020. – С. 54-57. – EDN FBARAF.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Екатуриной А.В. (AuthorID: 317742),

Ильяшева Е.В. (Author ID: 331629), Пчелинцева А.А. (студент)

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ТЕЛА В КОНСТРУИРОВАНИИ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Морфологические признаки телосложения характеризуют конфигурацию по степени выраженности пропорций, частей, изгибов поверхности тела, развития мускулатуры и жировых отложений [1].

Проблемы морфологических признаков тела в конструировании швейных изделий возникают из-за анатомической сложности человеческой фигуры: кривизны поверхностей, вариативности пропорций, осанки и типов телосложения, что делает невозможным точное соответствие плоских лекал реальной трехмерной форме. Морфологическое описание тела выполняется в виде семантического описания признаков телосложения или графическим способом в виде чертежа абриса тела, фотографии или скульптурного изображения [1]. Учитывая это, мы в своих работах используем способ построения чертежа абриса тела по антропологическим измерениям, с помощью которых определяются координаты опорных антропологических точек, последовательное соединение которых позволяет получить линейные очертания внешних контуров тела. Линейные антропометрические измерения не учитывают полную кривизну и объемы, приводя к дефектам конструкции, учитывая то, что стандартизированные конструкции не подходят 20–30% для фигур с отклонениями. Для решения проблемы сочетают расчетно-графические методы, индивидуальные корректировки и цифровые. Пропорционально-расчетный метод разбивает фигуру на сегменты с прибавками на облегание и вытачками на кривизну, используя таблицы с опорными точками для базовых лекал [2]. Индивидуальные измерения дополняют фото в 3 проекциях и градуировкой в САД программах. Цифровые методы применяют 3D-сканирование (300+ точек) с симуляцией в CLO 3D [3] и машинную антропометрию сокращая примерки на 70%.

Таким образом, комплекс методов и 3D-технологий обеспечит точность конструкции и перспективу персонализации, решая проблемы морфологических признаков тела в конструировании швейных изделий.

Список используемых источников

1. Ильяшева, Е. В. Основы прикладной антропологии и биомеханики / Е. В. Ильяшева. – 2-е издание, дополненное и переработанное. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный университет, 2014. – 112 с. – EDN VYVKDB.

2. Обзор методик конструирования одежды [Электронный ресурс] // Fine-craft. – 2015. – URL: <https://fine-craft.ru/index.php/articles/construction/item/86-review-procedures> (дата обращения: 04.02.2026).

3. Фадеева, Е. Ю. Создание виртуальных прототипов одежды в программе "CLO 3D" / Е. Ю. Фадеева, Е. В. Ильяшева // Формирование предметно-пространственной среды современного города : материалы ежегодной Всероссийской научно-практической конференции, Магнитогорск, 05–06 ноября 2020 года / под общ. ред. Григорьева А.Д.. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – С. 85-91. – EDN IDZAKM. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44878807>

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРАФТ-БУМАГИ В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ УПАКОВКИ

На современном этапе стали востребованными экологически чистые, совершенно безопасные материалы для упаковки.

Многочисленные полиэтиленовые пакеты и пластиковые коробки отходят на второй план, а на первые позиции выходит продукция из натуральных материалов.

В связи с этим становятся актуальными высококачественные и совершенно безопасные эко-пакеты и эко-коробки из крафт-бумаги и крафт-картона. Крафт-картон — это высокопрочный, жесткий упаковочный материал из сульфатной целлюлозы, отличающийся натуральным коричневым цветом (реже — беленый). Он используется как экологичная упаковка, коробки, пакеты и как верхний слой (лайнер) для гофрокартона. Отличается устойчивостью к механическим повреждениям, вмятинам и влаге.

В настоящее время крафт относится к материалам из естественного материала или из экологичного вторсырья. Крафт бумага относится к материалам с очень высокими показателями прочности и устойчивостью к растяжениям. Все больше производят экологической упаковки из разных материалов в том числе и крафт пакеты. Такие пакеты проектируют и изготавливают из крафтовой бумаги. Её считают экологически безопасным материалом.

В настоящее время производят крафт пакеты разного размера и конструкции. Есть крафт пакеты без ручек и с ручками, с застежками, с изображениями фирменных знаков и логотипов, с просечными элементами и без них, белые и тонированные.

При проектировании крафт пакетов дизайнеры используют такие же приемы и способы, что и при проектировании элементов графического дизайна.

Сначала делается эскиз, затем графический рисунок и развертку изделия. Если необходимо, то составляют колористическую карту и изобразительный ряд.

Затем изготавливают макет и отправляют на производство. Готовая продукция отправляется на склад, в магазины или к заказчику [1].

Таким образом, в настоящее время, дизайн-проектирование и производство крафтовой бумаги является одним из самых экологичных и актуальных материалов, используемых для изготовления упаковки и упаковочного материала в графическом дизайне.

Список используемых источников

1. Саляева, Т. В. Использование дудлинга в проектировании принтов для спортивной одежды / Т. В. Саляева // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 19–23 апреля 2021 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – С. 502. – EDN XGSJON.

РОЛЬ ГРАФИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КОМПОЗИЦИОННОМ РЕШЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ ПО ПРОЕКТНОЙ ГРАФИКЕ В ДИЗАЙНЕ

При составлении практических заданий по многим специальным дизайнерским дисциплинам и проектной графике, в частности, необходимо придерживаться некоторого плана, пункты которого могут быть немного изменены в соответствии со спецификой дисциплины.

Первоначально необходимо изучить теоретические сведения, которые помогут глубже понять сущность обозначенной дисциплины.

Современный дизайнер, участвующий в создании разных объектов, обязан быть эстетически грамотным, обладать творческим воображением и объемно-пространственным мышлением.

Именно эти разделы легли в основу дисциплины «Проектная графика». Она призванная формировать эстетический вкус, а также дать будущим специалистам-дизайнерам навыки в художественном создании проектных объектов.

При планировании практических заданий по проектной графике можно использовать разные задания, в том числе и стилизацию объектов с элементами композиции – точка, линия, пятно. Можно начать с простейших объектов как лист дерева.

Предложите студентам стилизовать лист любого дерева, используя такие элементы композиции как точка, линия и пятно. Затем объект можно усложнить и предложить студентам стилизовать.

Необходимо отметить, что стилизация в графике – это условность, лаконичный язык обобщения через отказ от излишних подробностей, выявление сущностного содержания, характерного образа изображаемого объекта и достижение выразительности при помощи точки, линии и пятна [1].

Для выполнения стилизованного рисунка необходимо умение увидеть самое главное в изображаемом объекте, и, анализируя характер построения его формы, отказаться от детализовки изображения, используя минимум средств художественной выразительности.

Таким образом, составленные практические задания по дисциплине проектная графика, способствуют выражению проектных идей студентов-дизайнеров, являются одним из основных инструментов дизайнерского формообразования, и активным средством совершенствования качества проектирования.

Список используемых источников

1. Саляева, Т. В. Современный аспект преподавания основ колористики у студентов-дизайнеров / Т. В. Саляева, В. В. Ячменева // Художественное и художественно-педагогическое образование: анализ прошлого, оценка современного и вызовы будущего : Материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 27–28 апреля 2022 года. – Курск: Курский государственный университет, 2022. – С. 180-185. – EDN CDFHND.

ИЗУЧЕНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ

Одной из основных дисциплин студентов-дизайнеров по профилю «Графический дизайн» является проектная деятельность. Для ее освоения необходимо аккумулировать знания других учебных дисциплин. Итогом каждого семестра обучения является презентация выполненного проекта. В настоящее время одной из самых доступных презентационных программ является программа Office Power Point. Она является частью Microsoft Office, и доступна в редакции для различных операционных систем [1].

PowerPoint — это программа для создания презентаций, причем одна из лучших. Презентация (от английского «presentation» - представление) — это набор цветных картинок-слайдов на определенную тему.

Каждый слайд презентации может содержать в себе следующие компоненты: фотографии, картинки; деловую графику (например, диаграммы или графика из Excel); поясняющий текст; звуковое сопровождение (закадровый текст, музыка); готовое видео, которым модно управлять. Создать собственную презентацию с чистого листа, самостоятельно разрабатывая дизайн каждого слайда, учитывая общую концепцию проекта.

Данный способ наиболее трудоемкий, кроме того, он требует творческого подхода.

Использовать готовые шаблоны оформления PowerPoint. Выбрав один из вариантов готовых презентаций в качестве основы и поместив в него свою информацию, можно получить качественную эффектную презентацию, значительно сэкономив свое время. Программа предоставляет пользователю большое количество шаблонов презентаций на различные темы. Такие шаблоны содержат слайды, оформленные определенным образом.

Кроме того, мы можем изменить художественное оформление любого шаблона презентации, выбрав дизайн по своему вкусу. При этом изменится только внешний вид презентации, а не его содержание.

Таким образом, на современном этапе Office Power Point – это самая популярная и доступная программа для создания и проведения презентации. С помощью данной программы можно подготовить выступление с использованием слайдов, которое затем можно напечатать или просто продемонстрировать на разных информационных носителях

Список используемых источников

1. Саляева, Т. В. К вопросу изучения исторических предпосылок возникновения рекламы студентами, обучающимися по профилю "графический дизайн". Протореклама / Т. В. Саляева, В. В. Ячменева // Творческое пространство образования : Сборник материалов внутривузовской (очно-заочной) научно-практической конференции, Магнитогорск, 15–16 мая 2018 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2018. – С. 57-59. – EDN VPLXHA.

Ильяшева Е.В. (Author ID: 331629), Сеницких П.А. (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЛИЧНОСТИ С ВИЗУАЛЬНЫМ ВЫБОРОМ ОДЕЖДЫ

В современном обществе большое внимание уделяется одежде. Она может многое сказать о своем владельце [1]. Стихийный, неосознанный выбор одежды, который часто приводит к дисгармонии между внутренним миром человека (его психологическим типом) и визуальным образом. Исследования взаимосвязи психологических признаков личности с визуальным выбором одежды актуальны для будущих специалистов в области моды, дизайнеров одежды, так как дают инструмент для анализа целевой аудитории, прогнозирования спроса и создания коллекций, учитывающих психологические особенности потребителей [2].

Исследования помогают человеку выйти за рамки слепого следования моде, понять свои глубинные предпочтения и создать гармоничный образ, повышающий самооценку и комфорт. Эмоционально-психологические особенности личности (темперамент, тип характера по Айзенку) являются системообразующим фактором при выборе стиля, формы, цвета и рисунка одежды. Методологической основой является модель «пространства характеров», позволяющая количественно определить тип личности через опросник Айзенка [2].

В своих исследованиях мы используем комплексную методику: последовательное определение своего психологического типа и цветового тона образа; анализ, изучение рекомендаций для выявленных типов; осознанный выбор, применение полученных знаний на практике при подборе конкретных элементов гардероба, что подтверждается анкетированием; формирование индивидуальных требований на основе самоанализа, т.е сформулировать персональный набор критериев для идеального, с точки зрения гармонии изделия.

Методика представляет собой прикладное кросс-дисциплинарное исследование на стыке психологии, теорий цвета и дизайна одежды [2].

Проводимые исследования предлагают ценный структурированный алгоритм для начала самоисследования в области персонального стиля. Они демонстрируют будущим специалистам, что модная и гармоничная одежда – это результат понимания взаимосвязи внутренних (психических) и внешних (физических) признаков. Достигается главная цель: перевод выбора одежды из области неосознанных импульсов в область осмысленного, рационального проектирования собственного образа.

Список используемых источников

1. Ячmeneва, В. В. Одежда в жизни человека / В. В. Ячmeneва, Н. А. Ломако, И. В. Танаева // Творческое пространство образования : Сборник материалов внутривузовской (очно-заочной) научно-практической конференции, Магнитогорск, 15–16 мая 2018 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2018. – С. 113-115. – EDN WFFLGE.
2. Ильяшева, Е. В. Основы прикладной антропологии и биомеханики / Е. В. Ильяшева. – 2-е издание, дополненное и переработанное. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный университет, 2014. – 112 с. – EDN VYVKDB

Софина М.В. (студент)

РОЛЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАЗВИТИИ ПРОЕКТНЫХ НАВЫКОВ БУДУЩИХ ДИЗАЙНЕРОВ

Современный дизайнер – это специалист творческой профессии, который владеет методами «информационного проектирования», является истинным художником, смело использующим средства изобразительного искусства и композиции в своей работе.

При выполнении практических заданий по проектной деятельности с элементами композиционной направленности необходимо изучить теоретические сведения, которые помогут глубже понять сущность данной дисциплины [1].

Композиционные элементы в проектной деятельности — это не просто декоративные приемы, а фундаментальный инструмент будущего дизайнера. Они могут превращать набор разрозненных графических объектов в логичную и понятную систему, обеспечивать читаемость и ясность, формировать уникальный художественный образ, который выражает концепцию проекта и выделяет его среди аналогов, гармонизировать пространство, приводя все части проекта к визуальному единству и целостности.

Первые изображения проектируемых изделий появились только в эпоху Возрождения.

Целый ряд рисунков (большой частью перспективных), эскизные наброски машин и приспособлений оставил после себя Леонардо да Винчи. Это были не изображения уже существующих изделий, а их проекты

Дизайнер, участвующий в создании разных объектов дизайна, обязан быть эстетически грамотным, обладать творческим воображением и объёмно-пространственным мышлением.

Именно этой цели служит дисциплина «Проектная деятельность», призванная формировать эстетический вкус, а также навыки в художественном создании проектных объектов.

Необходимо отметить, что можно выполнить еще много интересных практических заданий по проектной деятельности в зависимости от количества учебных часов.

Таким образом, проектная деятельность — дисциплина, в которой аккумулируются многие знания, и формируются проектные навыки будущих дизайнеров.

Список используемых источников

1. Саляева, Т. В. Современный аспект преподавания основ колористики у студентов-дизайнеров / Т. В. Саляева, В. В. Ячменева // Художественно-педагогическое образование: анализ прошлого, оценка современного и вызовы будущего : Материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 27–28 апреля 2022 года. – Курск: Курский государственный университет, 2022. – С. 180-185. – EDN CDFHND.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Саляевой Т.В. (AuthorID: 692828).

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ: КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР

Сейчас все человечество активно участвует в изучении вопроса очистки околоземной орбиты от космического мусора. Космический мусор — это объекты искусственного происхождения, которые находятся на орбите, но не представляют никакой практической значимости.

В изучении вопроса и реализации проектов выделяют три основных направления исследований: 1. Оценка риска. 2. Обнаружение и мониторинг объектов космического мусора. 3. Разработка методов предотвращения засорения и очистки околоземного космического пространства. Выделяют пассивные и активные методы улучшения экологии ближнего космоса. Пассивные методы подразумевают постоянный контроль объектов космического мусора, активные методы, предполагают изменение орбит или разрушение опасных объектов. Для высот до 600–800 км разрабатывают способы, позволяющие перевести опасный объект на более низкую орбиту, чтобы он вошел в атмосферу Земли и сгорел. Для космического мусора на более высоких орбитах более экономичными оказываются средства отвода объектов на орбиты захоронения [1]. Космический мусор классифицируют по размеру: 1. Малый космический мусор — это объекты меньше 1 см. Таких объектов около 10 млн. - 20 млн. и эти миллионы частиц никак не отслеживаются с Земли. Их полет непредсказуем. 2. Средний космический мусор с диаметром наибольшего поперечного сечения от 1 до 10 см. Их около 500 тыс. единиц, но они намного опаснее. 3. Крупный космический мусор - малочисленная группа. К нему относится все, что имеет диаметр поперечного сечения больше 10 см. Таких объектов порядка 21 тыс. единиц. Это космические аппараты и их крупные обломки. Столкновение с таким объектом на скорости 28 тыс. км/час. В России создаются специальные аппараты для уменьшения количества космического мусора. Некоторые методы достаточно проработаны (например, гравитационный буксир) [2], другие — довольно перспективные — находятся на стадии исследований. Решение проблемы с утилизацией мусора сводится к двум основным группам: уводить мусор на орбиту захоронения и сжигать все в атмосфере. В первом варианте — это все равно оставлять мусор в космосе. Во втором, - осколки могут разлетаться и достигать земли в радиусе тысяч километров. На наш взгляд, наиболее привлекательным является идея, когда объект сгорает в верхних слоях атмосферы, не достигая Земли. Это экономически мало затратной и безопасно.

Подводя итоги, можно заключить, что проблема загрязнения космической среды мусором является актуальной и требует немедленного внимания.

Список используемых источников

1. Сафронов В.В., Соколова Е.А. Космический мусор. <https://cyberleninka.ru/article/n/kosmicheskij-musor> (дата обращения 01.03.2025).

2. Асланов В. Гравитационный буксир для космического мусора. <https://ssau.ru/news/16768-gravitatsionnyy-buksir-dlya-kosmicheskogo-musora> (Дата обращения 01.03.2025).

РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ИНТЕРЬЕРА

Интерьерная композиция — это не просто совокупность предметов в пространстве, а продуманная художественная система, в которой каждый элемент выполняет как функциональную, так и эстетическую роль [1]. Успешное проектирование интерьера требует глубокого понимания пропорций, масштаба, цвета, текстуры и взаимодействия форм, а также умения грамотно расставлять акценты, создавая гармоничную и выразительную среду.

Методы исследования: в работе над проектом использовались различные методы исследования: теоретические – изучение и анализ литературы, обобщение материала; эмпирические – наблюдение и сравнение; экспериментальные – эксперимент, моделирование.

Результаты. Главным аспектом проектирования является художественно-образная концепция, которая основана на теме предметного творчества северных народов Африки - культуры, в которой утилитарное и сакральное тесно переплетаются, а каждый предмет, даже самый бытовой, несёт в себе символический смысл и эстетическую выразительность. В этом контексте внимание сосредоточено не столько на географической точности, сколько на художественной интерпретации характерных приёмов: лаконичности форм, четкости геометрических ритмов, глубокой фактурности материалов и насыщенности символики. В качестве ключевых акцентных референсов были выбраны традиционные африканские веера и ритуальные маски, и выбор этот обусловлен как формальными, так и содержательными соображениями. На примере создания ширмы, вдохновлённой предметным творчеством северных народов Африки, показан процесс работы над интерьерной композицией. Данная композиция включает в себя не только ширму, но и вазу, выполненную в технике «жгутики». Ваза дополнительно декорирована. Колористическое решение вазы приближено к колористическому решению ширмы для визуального объединения данных предметов в единую композицию.

Таким образом, единые колорит и тематика - веера, маски - выступают не как прямые копии, а как художественные ориентиры, через которые раскрывается дух африканского предметного мира, переносимый в современный интерьерный объект.

Заключение. Рассмотренный в тезисах процесс разработки и проектирования интерьерной композиции в виде ширмы и вазы - является не только сложным творческим процессом, но и результатом изыскания сочетания традиционных техник и различных материалов. Подобного рода проекты несут в себе как визуальное впечатление, так и эстетическое наслаждение.

Список используемых источников

1. Ячmeneва, В. В. Художественный текстиль. Технологии: учебно-методическое пособие / В. В. Ячmeneва. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2024. – 84 с. – ISBN 978-5-9967-3162-6. – EDN TWJNGT.

Ячменёва В.В. (AuthorID: 490504)

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ КУЛЬТУРНО-МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В МОНОГОРОДЕ

Современный моногород уже не мыслим без различных культурных и социально-значимых массовых мероприятий [1]. К ним можно отнести: выставки, концерты, фестивали, ярмарки, театральные постановки, шоу, дефиле и другие культурно-зрелищные события. В данных тезисах мы наметим некоторые вопросы планирования, организации и проведения дефиле в культурно-массовой среде города.

В связи с тем, что дефиле сегодня можно рассматривать как мероприятие, преобразовавшееся в форму шоу, то при организации данного вида деятельности важно чётко спланировать все этапы. Любая постановка дефиле (шоу) требует основательного подхода к планированию и организации данного мероприятия.

Так, при проведении дефиле в рамках XXXIV Международного смотр-конкурса лучших выпускных квалификационных работ по архитектуре, дизайну и искусству были учтены все моменты по планированию и организации дефиле. Особенность показа заключалась в том, что мероприятие проводилось в парке-курорте ГК «Притяжение». Это многофункциональный парковый комплекс в Магнитогорске площадью 400 га, построенный в рамках благотворительного проекта. На данной территории располагается детский развлекательный центр, где и проходил показ. Отсутствие подиума усложняет процесс показа коллекций, так как модели находятся на одном уровне со зрителями. Но, с другой стороны, зритель активно включается в процесс визуального восприятия. На дефиле были представлены коллекции победители в Фестивалях и конкурсах различного уровня.

Студенты специальности «Конструирование изделий легкой промышленности» не только выполняют эскизы, проектируют, отшивают изделия, но и сами показывают свои достижения на конкурсах.

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что шоу, которое дарит позитивные эмоции не только самим участникам, но и зрителям, всегда приносит ощущение праздника. И это тот результат, к которому стремятся организаторы культурно-массовых мероприятий. Ведь испытав такой эмоциональный подъём и заряд энергией, дизайнер вновь будет стремиться создавать новые коллекции, а зритель - снова искать встречи с прекрасным.

Список используемых источников

1. Прилукова, Е. Г. Российский моногород как социально упорядоченное пространство-время: приглашение к разговору / Е. Г. Прилукова, Ю. А. Дудина // Художественная культура и трансформация индустриального менталитета в условиях моногорода : Сборник научных трудов Всероссийской научной конференции. К 85-летию МГТУ им. Г.И. Носова, Магнитогорск, 12 февраля 2019 года / Под редакцией Жилиной В.А.. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2019. – С. 71-78. – EDN ZHGCIR.

РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА В РАЗРАБОТКЕ ДИЗАЙН-ПРОЕКТОВ В ВУЗЕ

Сегодня в вузах реализуется компетентностный подход, в связи с чем содержание подготовки определяется большим набором дисциплин базового и вариативного циклов. Кроме того, подготовка студентов носит комплексный, междисциплинарный характер. Такая подготовка ориентирована не только на получение знаний, умений и навыков, как при подготовке специалиста, но и предполагает практико-ориентированное обучение.

Так, инженер-конструктор по направлению подготовки 29.03.05 Конструирование изделий лёгкой промышленности, на современном этапе обучения, должен быть готов не только к осуществлению своей профессиональной деятельности (конструированию, моделированию, разработке необходимой информации, владеть художественным вкусом, навыками художественного оформления швейных изделий), но и быть готовым и изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт, а так же быть способным формулировать цели дизайн-проекта, определять критерии и показатели художественно-конструкторских предложений. В этой связи, основной целью курса «Дизайн и стиль в моде» является комплексное изучение студентами как классических, так и современных стилевых направлений в костюме, включая различные концепции и основные проблемы дизайна в целом. Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла ФГОС ВПО (дисциплина по выбору). Для ее усвоения необходимы знания и умения предшествующих дисциплин: «История костюма и моды», «Композиция костюма». В связи с чем мы развели на разные уровни степень освоения компетенций. Данная модель позволяет с первого курса включить студента в активную научно-исследовательскую, инновационную, конкурсную, выставочную деятельность. Данная система занятий помогает плавно подвести студента к выполнению более сложных заданий [1]. Подобные задания готовят студента к выполнению заданий по специальному и модельерскому рисунку, а так же композиции костюма; разработке коллекций в соответствии с определенным стилем и направлением в соответствии с современными тенденциями в индустрии моды.

Изучение данной дисциплины помогает профессиональному становлению инженера-конструктора. Важно, чтобы выпускник вуза, инженер-конструктор мог быть конкурентноспособным на современном рынке труда, а соответственно и дизайнером одежды, и художником. Поэтому рисунок, живопись и композиция остаются неотъемлемой частью системы подготовки инженеров-конструкторов.

Список используемых источников

1. Ячменева, В. В. Реализация компетентностного подхода в системе высшего образования на примере курса "Дизайн и стиль" / В. В. Ячменева // Современные тенденции изобразительного, декоративного прикладного искусств и дизайна. – 2019. – № 2. – С. 128-133. – EDN C1XNRA

Секция «Искусство и технологии в современном художественном производстве и образовании»

УДК 37.025.7

Аверьянова Т.А. (AuthorID: 721327), **Яровиков Н.В.** (студент)

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПОМОЩЬЮ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ

Пространственное мышление – это способность человека воспринимать, анализировать и мысленно манипулировать объектами в пространстве. Оно играет важную роль в жизни каждого человека, начиная от решения повседневных задач до выполнения сложных профессиональных обязанностей.

Пространственное мышление помогает школьникам лучше понимать окружающий мир, ориентироваться в нем и решать различные задачи. Например, при изучении геометрии школьники учатся оперировать фигурами и телами в пространстве, что способствует развитию их логического и аналитического мышления. В физике пространственное мышление необходимо для понимания движения объектов, взаимодействия сил и других физических явлений. В информатике оно помогает создавать алгоритмы и программы, а также визуализировать данные. Развитое пространственное мышление позволяет школьникам легче осваивать новые знания и навыки, т.к. они могут быстрее и точнее представлять себе сложные процессы и явления. Это особенно важно в условиях современной школы, где все больше внимания уделяется междисциплинарным связям и комплексному подходу к обучению.

Для успешного формирования пространственного мышления у школьников используются разнообразные методы и средства [1]. Перечислим некоторые из них:

1. Объяснительно-иллюстративный метод.
2. Практический метод (решение задач на пространственные преобразования).
3. Наглядные плоскостные средства обучения (работа с чертежами и схемами).
4. Компьютерные технологии и виртуальная реальность.

Формирование пространственного мышления у школьников – это важная и сложная задача, которая требует комплексного подхода. Развитое пространственное мышление открывает обучающимся широкие перспективы в учебе и профессиональной деятельности, помогая им успешно справляться с задачами различной сложности и находить нестандартные решения. Важно уделять этому аспекту обучения особое внимание уже на ранних этапах школьного образования.

Список используемых источников

1. Осипов, П.А. Развитие пространственного мышления учащихся на уроках черчения / П.А. Осипов // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. – 2013. – № 30. – С. 157-161. – EDN RNFJYL.

Вандышева О.В. (AuthorID: 284956), **Абдуллина А.Д.** (студент)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЕРАМИКИ В ЮВЕЛИРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Керамические украшения представляют собой оригинальное направление в декоративно-прикладном искусстве с нестандартным художественным и конструктивным применением. В древности керамические украшения были распространены наряду с керамической посудой и входили в материальную культуру различных народов. Со временем данное направление утратило своё значение в повседневной практике, сохранившись преимущественно в рамках этнических традиций. В последние годы в ювелирном искусстве наблюдается устойчивый интерес к использованию керамики в качестве альтернативы традиционным драгоценным камням и металлам [1]. В ассортименте современных дизайнерских брендов представлены изделия, полностью выполненные из керамики с минимальными металлическими акцентами, а также украшения, в которых керамика используется в качестве вставочного элемента, создающего выразительный контраст с металлом. Современные технологии обработки керамики значительно расширяют возможности её использования в ювелирных изделиях. Разнообразие способов формообразования, обжига и декорирования позволяет получать изделия с различными типами поверхности - от матовой до глянцевой, а также достигать широкой цветовой, текстурной и фактурной вариативности. Это делает керамику востребованной в условиях ориентации рынка на индивидуальность и авторский характер украшений [2].

В рамках практического исследования было экспериментально апробировано изготовление серии авторских брошей с керамическими вставками. Результаты апробации подтвердили высокий художественный потенциал керамики и целесообразность её использования в ювелирных украшениях как с эстетической, так и с технологической точки зрения.

Таким образом, применение керамики в ювелирном производстве соответствует современным тенденциям развития отрасли и позволяет расширить спектр художественных и технологических решений. Керамика обладает значительным потенциалом как материал, сочетающий декоративную выразительность, практичность и вариативность формообразования.

Список используемых источников

1. Вандышева О.В., Макаренко А.А. Особенности использования керамики в ювелирных украшениях // Технология. Дизайн. Образование: сборник материалов всероссийской очно-заочной научно-практической конференции, Магнитогорск, 28–29 марта 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 49-55. – EDN PWRTJV.
2. Муртазина, С.А. Технология развития керамических изделий и материалов / С.А. Муртазина // Вестник Технологического университета. -2015. – Т.18, №16. – С.169-172. – EDNUNGTMJ.

ХУДОЖЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РУЧНЫХ СПОСОБОВ СОЗДАНИЯ РЕЛЬЕФА НА МЕТАЛЛЕ

Художественная обработка металла известна с древнейших времён и на протяжении веков являлась важной частью материальной и художественной культуры. В настоящее время существует широкий спектр технологий обработки металлов, однако ручные способы декорирования сохраняют особое значение. Несмотря на высокую трудоёмкость и временные затраты, именно ручная обработка позволяет достигать индивидуальности формы, выразительности поверхности и уникальности фактуры, недостижимых в условиях серийного производства [1]. Рельефные фактуры играют ключевую роль в формировании художественного образа изделия, усиливая его пластическую и тактильную выразительность. Практическое освоение ручных технологий формирования рельефа имеет важное значение в системе художественно-технического образования. Работа с металлом позволяет будущим специалистам глубже понять свойства материала, освоить принципы пластической выразительности и учитывать технологические ограничения ручной обработки.

В рамках практического исследования была выполнена серия художественных инсталляций с различными видами рельефных поверхностей. Формирование рельефа осуществлялось методами напаивания отдельных элементов на металлическую пластину, плетения из металлических полос, прочеканивания рельефа на медной пластине, а также с применением технологии травления [2]. Практическая апробация позволила выявить художественные и технологические возможности каждой из рассмотренных техник. Она показала, что данные способы обработки требуют высокой точности исполнения и профессиональных навыков, но обеспечивают уникальность результата и высокую художественную выразительность.

Таким образом, ручные технологии формирования рельефных фактур сохраняют актуальность в современном декоративно-прикладном искусстве и художественно-промышленной практике и являются важным компонентом профессиональной подготовки специалистов в области художественной обработки металла.

Список используемых источников

1. Combination of materials and technologies in arts, design, and crafts: development trends / Т. А. Averyanova, О. В. Vandysheva, S. A. Gavritskov, N. S. Slozhenikina // AIP conference proceedings: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART AUTOMATICS AND ENERGY: SMARTICAE, Vladivostok, 07–08 октября 2021 года. Vol. 2910. – Vladivostok: AIP PUBLISHING, 2023. – P. 020050. – DOI 10.1063/5.0175530. – EDN ELRASU.

2. Вандышева О.В., Шальнева М.А. Технологические приемы декоративного оформления портсигаров / Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 78-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 20–24 апреля 2020 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020. – С. 521. – EDN RXDQRP.

ДРЕВЕСИНА КАК ВЫРАЗИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ В ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Использование древесины в украшениях имеет древние истоки и восходит к доисторическому периоду, когда из неё изготавливали бусы, подвески и браслеты. В различных культурах дерево наделялось символическим значением, ассоциируясь с природной силой, жизнью и защитой. Деревянные украшения нередко выполняли не только декоративную, но и обрядовую функцию, выступая в роли амулетов. В современном ювелирном искусстве интерес к древесине обусловлен стремлением к экологичности, аутентичности и осознанному потреблению. На фоне массового производства и синтетических материалов дерево воспринимается как носитель природной выразительности и индивидуального художественного характера. Его применение позволяет создавать изделия, ориентированные на уникальность и авторский подход. Важную роль в развитии данного направления играет синтез традиционных ремесленных техник и современных технологий. Исторические приёмы обработки древесины — резьба, инкрустация, мозаика — переосмысливаются с учётом современных возможностей стабилизации, лазерной резки и точной механической обработки. Это позволяет использовать данный материал, в качестве конструктивно надёжных и эстетически выразительных элементов ювелирных изделий. [1]

В рамках практического исследования были выполнены авторские броши со вставками из древесины в технике блочной мозаики, а также с применением инкрустации металла в дерево. В ходе работы были изучены технологические особенности изготовления вставок, их влияние на прочность соединений и художественную выразительность изделий. Практическая апробация показала, что древесина эффективно сочетается с металлом и позволяет создавать изделия с высокими декоративными и конструктивными качествами.

Таким образом, древесина представляет собой перспективный материал для ювелирного искусства, обладающий широкими художественными и технологическими возможностями. Её использование способствует расширению выразительных средств ювелирного дизайна и отвечает современным эстетическим и ценностным ориентирам. [2]

Список используемых источников

1. Вандышева О.В., Попов М.С. Актуальность использования вставок из древесины в современных костюмных брошах / Первые шаги в профессии-2024: Сборник научных трудов всероссийской студенческой научно-практической конференции, Москва, 25 апреля 2024 года. – Москва: Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2024. – С. 14-17. – EDN OJYUBW.

2. Каган-Розенцвейг Б.Л. Романова У.И. Применение нетрадиционных материалов в дизайне браслетов / Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 19–23 апреля 2021 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – С. 547. – EDN GJSHVL.

Гаврицков С.А. (AuthorID: 292910), Исмагилов Р.А. (студент)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МУЖСКИХ КУРИТЕЛЬНЫХ АКСЕССУАРОВ ИЗ ПОДЕЛОЧНОГО КАМНЯ

В статье представлены результаты исследования, посвященные разработке и изготовлению мужского курительного аксессуара — настольной зажигалки из поделочного камня.

Целью работы являлся анализ технологических особенностей и специфики процессов создания художественного изделия из минерального сырья. Методология исследования включала обзор аналогов и систематизацию существующих типов мужских курительных аксессуаров, разработку их классификации по различным признакам: материала изготовления, назначения и технологий изготовления.

На основе результатов обзора аналогов изделия, выполнено проектирование настольной зажигалки: созданы эскизы в программе CorelDRAW, разработана 3D-модель в сочетании камня и металла.

Практическая часть работы заключалась в реализации технологического процесса изготовления настольной зажигалки из доломита, габбро, силикатного камня и нейзильбера. Процесс включал операции резки, шлифования, сверления, полировки и сборки изделия, с использованием камнерезного, шлифовального и полировального оборудования, а также клеевых составов [1-3]. В результате было создано интересное декоративно-художественное изделие, сочетающее функциональность, эстетическую ценность и демонстрирующее возможности интеграции традиционных методов обработки камня в создании современных статусных аксессуаров.

Работа подтвердила, что использование поделочного камня, несмотря на технологические сложности, связанные с его физико-механическими свойствами, позволяет создавать оригинальные предметы, обладающие практической значимостью и художественной ценностью

Разработанная классификация и описанный технологический процесс имеют практическую значимость для дальнейших работ в области художественного проектирования и изготовления аксессуаров из поделочного камня.

Список используемых источников

1. Канунников, В. В. Декоративные свойства камня в художественных изделиях / В. В. Канунников, Т. С. Гусева // , 22–26 апреля 2024 года, 2024. – Р. 432. – EDN ZFEGCZ.
2. Канунников, В. В. Разработка и технология изготовления декоративно-прикладных изделий из камня: учебно-методическое пособие /В. В. Канунников, В. А. Герасев. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. - 135 с.: ил., табл., схемы, эскизы, фот. - Текст: непосредственный.
3. Канунников, В. В. технология изготовления художественного изделия из камня простых геометрических форм / В. В. Канунников, С. А. Гаврицков // Добыча, обработка и применение природного камня : Сборник научных трудов, Магнитогорск-Екатеринбург, 16 марта 2016 года / Под редакцией Г.Д. Першина. Том Выпуск 16. – Магнитогорск-Екатеринбург: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2016. – С. 222-233. – EDN XOZERF.

Гаврицков С.А. (AuthorID: 292910), Смагин Г.Е. (студент)

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В современном художественно-промышленном производстве использование 3D-технологий стало неотъемлемой частью профессиональной практики. На сегодняшний день владение исключительно традиционными ручными приёмами уже не отвечает требованиям отрасли. Проектирование изделий в цифровой среде позволяет с высокой точностью прорабатывать геометрию формы, рассчитывать массу материалов и заранее визуализировать конечный результат с помощью фотореалистичного рендеринга. Такой подход ускоряет процесс разработки изделий и существенно снижает риск производственного брака, что особенно важно при работе с дорогостоящими материалами [1].

В процессе проектирования художественно-промышленных изделий используется специализированное программное обеспечение, в частности Rhinoceros и Blender. Эти программы позволяют учитывать технологические параметры на всех этапах их разработки. Цифровое моделирование обеспечивает тесную связь художественного замысла и технологической реализации, открывая возможность создания сложных форм, трудновыполнимых или недоступных при ручной обработке [2].

Существенным преимуществом 3D-проектирования является оперативность внесения изменений. Корректировка размеров, пропорций или формы отдельных элементов изделия осуществляется без необходимости полной переработки модели. Это особенно актуально при работе с индивидуальными заказами и авторскими проектами. Таким образом, 3D-моделирование выступает не вспомогательным, а базовым инструментом современного процесса проектирования, объединяя художественные традиции и возможности высокотехнологичного производства [3].

Список используемых источников

1. Колокольцев, С. В. Возможности 3D-технологий при проектировании и производстве ювелирных изделий / С. В. Колокольцев // *Дизайн и технологии*. – 2017. – № 61(103). С. 34-40. – EDN ZSJKPZ.
2. Гаврицков, С. А. Проектная деятельность в системе подготовки бакалавров по направлению подготовки "Технология художественной обработки материалов" / С. А. Гаврицков // *Технология. Дизайн. Образование*, Магнитогорск, 10–11 апреля 2017 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2017. – С. 286-290. – EDN YNEUVP.
3. Габриэль, Г. Н. Цифровые технологии в современном ювелирном искусстве / Г. Н. Габриэль // *Новое искусствознание*. – 2021. – № 4. С. 110-117. – DOI 10.24412/2658-3437-2021-4-110-117. – EDN TVEAGX.

Герасимова А.А. (Author ID: 693282), Васькина Е.С. (студент)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБРАЗОВ В ДИЗАЙНЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ЧАСОВ ПАННО

Современный интерьер требует продуманной организации и особой атмосферы, которая соответствует внутреннему миру человека. Каждая личность уникальна, и это отражается в деталях оформления индивидуального интерьера - эксклюзивных арт-объектах, придающих пространству неповторимый характер. Декоративные часы-панно становятся идеальным решением, объединяя функциональность, художественную ценность и концептуальную направленность.

В современном интерьере декоративные настенные часы-панно становятся не только функциональным элементом, но и стильным акцентом, придающим пространству уникальность. Они гармонично вписываются в различные художественные стили, сочетая в себе эстетику и практичность. Благодаря разнообразию материалов - дерева, металла, стекла, керамики - можно разработать модель, которая идеально дополнит любой интерьер.

Часы-панно с использованием архитектурных образов символизируют связь прошлого и настоящего, подчеркивая вечность архитектурных шедевров. Использование таких образов в дизайне декоративных часов-панно может стать визитной карточкой интерьера, отражая: урбанистическую эстетику (графика городских пейзажей, силуэты зданий); культурные символы (узнаваемые памятники, стилизованные узоры).

Каждый памятник архитектуры обладает своим характером, колоритом и настроением, которые можно передать через цветовые решения и графические элементы [1]. Художественный подход позволяет выделить узнаваемые детали - архитектурные силуэты, знаковые места, особую цветовую гамму.

Благодаря индивидуальному подходу к дизайну, такие часы-панно не просто показывают время, но и создают настроение, добавляя интерьеру глубину и стиль. При правильном размещении часы становятся смысловым центром композиции, притягивающим взгляд. Они способны визуально скорректировать пропорции помещения, добавив ему объема или, наоборот, легкости. Необходимо учитывать общую концепцию пространства. Такие художественные объекты становятся не просто декором, а отражением индивидуальности владельца и его эстетических предпочтений [2].

Список используемых источников

1. Герасимова А.А. Сохранение традиций и технологий народного декоративно-прикладного искусства в контексте технологического образования / А.А. Герасимова, С.А. Гаврицков, Б.Л. Каган-Розенцвейг // Современное педагогическое образование. – 2019. – № 2. – С. 116-119. – EDN YZNIHB.
2. Соколова, В. А. Роль декоративного панно в современном интерьере / В. А. Соколова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 81-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 17–21 апреля 2023 года. Том 2. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2023. – С. 154. – EDN TUJWVU.

Герасимова А.А. (Author ID: 693282), Мукаев Г.В. (студент)

ЦИКЛ ВРЕМЁН ГОДА КАК ИСТОЧНИК ИДЕЙ ДЛЯ ЮВЕЛИРНОГО ДИЗАЙНА

Взаимосвязь искусства и природы - неисчерпаемый источник вдохновения для творцов на протяжении всей истории человечества, позволяет создавать уникальные и эмоционально насыщенные произведения искусства. Ювелирный дизайн является уникальным способом запечатлеть красоту и мимолётность окружающего мира в драгоценных материалах [1].

Цикл времён года, с его неповторимыми красками, текстурами и символикой, предоставляет ювелирам богатую палитру образов и идей. Так, весенние мотивы часто воплощаются в виде изящных цветов, распускающихся бутонов и порхающих бабочек, выполненных из тончайшего металла и инкрустированных драгоценными камнями. Летние украшения могут имитировать солнечные лучи или морские волны, передавая тепло и энергичность этого сезона. Осенние мотивы часто находят отражение в украшениях с использованием листьев, веток и плодов, выполненных из золота и серебра с добавлением теплых оттенков эмали. Зимние украшения могут имитировать снежинки, сосульки или морозные узоры, создавая атмосферу сказки и волшебства.

Каждое время года обогащает мир ювелирных украшений своими уникальными характеристиками и символами. Таким образом, ювелирные изделия становятся не просто аксессуарами, а своеобразными произведениями искусства, отражающими красоту природы и человеческие чувства [2].

Цикл времён года является неисчерпаемым источником вдохновения для ювелирного дизайна, предоставляя творцам возможность создавать уникальные и эмоционально насыщенные произведения искусства [3].

Использование символики, цветов и текстур каждого времени года позволяет мастерам запечатлеть красоту и мимолётность окружающего мира в украшениях, которые не только радуют глаз, но и несут в себе глубокий смысл и символизм.

Список используемых источников

1. Герасимова, А. А. Курс лекций. Проектирование художественных изделий из металла: Электронный ресурс / А. А. Герасимова, Б. Л. Каган-Розенцвейг. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. – ISBN 978-5-9967-2565-6. – EDN EYIRNE.
2. Герасимова, А. А. Основы производства художественных изделий из металла: Электронный ресурс / А. А. Герасимова. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – ISBN 978-5-9967-2161-0. – EDN KSNUBV.
3. Холодова, Д. Е. Символизм в дизайне / Д. Е. Холодова, А. Е. Валуева // Дизайн и архитектура: синтез теории и практики: сборник научных трудов VI Международной научно-практической конференции, Краснодар, 18–23 апреля 2022 года. Том 6. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2022. – С. 355-358. – EDN TRYLSS.

Герасимова А.А. (Author ID: 693282), Танцыкужина М.Р. (студент)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ДИЗАЙНЕ ПОДИУМНЫХ УКРАШЕНИЙ И ИХ АДАПТАЦИЯ ДЛЯ ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ

Ювелирное искусство на протяжении тысячелетий является неотъемлемой частью мировой культуры и искусства. Традиционные изделия остаются популярными, но особое место сегодня занимают подиумные украшения. Они превратились из простого дополнения к наряду в самостоятельный элемент стиля и выразительное средство художественного высказывания, становясь арт-объектами или очень крупными украшениями, которые порой эпатажируют публику. [1]. Их роль в современной индустрии моды становится все более значимой, а влияние на формирование модных тенденций - неоспоримым.

Дизайнеры делают ставку на выразительность, смелость и индивидуальность, а яркие камни, винтажные детали, массивные и необычные формы становятся новыми стандартами элегантности. Некоторые из таких идей преобразуются в более удобные и коммерчески доступные изделия для массового рынка, но при этом с сохранением образности, основной художественной идеи и стилистики дизайнера. Такие украшения подходят для ежедневного использования, сочетаясь с базовыми вещами и создавая баланс между экстравагантностью и практичностью.

Подиумные коллекции видят немногие, а адаптированные версии позволяют донести дизайнерскую идею до широкой публики и сделать бренд узнаваемым. Следовательно, через модернизацию подиумные эксперименты становятся источником вдохновения для массового ювелирного дизайна. Таким образом, изготовленный нами комплект подиумных украшений отвечает трендам современной ювелирной моды [2]. Образ, взятый за основу, служит началом для разработки других изделий в этом стиле, с той же идеей или конфигурацией. Модернизовав полученные украшения, появится возможность вывода этой адаптации на массовый рынок и распространение данной идеи.

Список используемых источников

1 Ключкова В.П., Осипова С.Ю. Бакалаврская работа на тему: Коллекция женских украшений «Витая в облаках» [Электронный ресурс] / Тольяттинский государственный университет - 2017. 50 с. / URL: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/5919/1/Ключкова%20В.П._ДПИБ_1301.pdf. (дата обращения: 08.02.2026)

2 Сложеникина, Н. С. Обоснование актуальности разработки проекта подиумных украшений / Н. С. Сложеникина, В. А. Соколова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 82-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 22–26 апреля 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 439. – EDN LONVOS.

Каган-Розенцвейг Б.Л. (AuthorID: 869657), **Бондаревский Н.Н.** (студент)

ДЕКОРАТИВНЫЙ ТЕКСТИЛЬ В СОВРЕМЕННОМ ИНТЕРЬЕРЕ

В XXI веке в дизайне интерьера наблюдается закономерный тренд - растущий спрос на уникальность, персонализацию и культурную идентичность. Этот запрос рождается как реакция на обезличенность типовых решений и отражает стремление к созданию среды, воплощающей индивидуальность, историю и ценности её обитателей. Таким образом, интерьер перестаёт быть лишь функциональной оболочкой, становясь инструментом формирования идентичности и эмоционального благополучия [1].

В данном контексте декоративный текстиль переживает качественную трансформацию: из прикладного ремесла он переходит в область концептуального художественного высказывания, становясь мощным средством для наполнения пространства смыслом и эмоцией. Традиционные техники - гобелен, вышивка, пэчворк - более не являются пережитком прошлого; напротив, они становятся живым языком, который современные художники используют для обсуждения тем социальной памяти, экологии и личной идентичности.

Декоративный текстиль с его рукотворной фактурностью выступает прямым ответом на стремление к «тёплой» эстетике, противопоставляемой миру синтетических поверхностей. Проект панно, объединяющий лён, дерево и металл, отражает этот запрос, создавая многослойный сенсорный объект. Важным импульсом для работы служит метод междисциплинарного синтеза - ключевой тренд современного искусства, где сочетание текстиля с другими материалами кардинально расширяет его выразительность, трансформируя декор в сложную пространственную композицию. Неотъемлемой частью творческого процесса становится интеграция цифровых технологий: 3D-моделирование служит не вспомогательным, а фундаментальным инструментом композиционного анализа и предварительного изучения взаимодействия материалов, что отражает общую тенденцию к слиянию точного цифрового проектирования с уникальностью ремесленного исполнения.

Список используемых источников

1. Вандышева, О. В. Арт-объект как средство формирования предметно-пространственной среды интерьера / О. В. Вандышева, Е. Р. Мацнева // *Технология. Дизайн. Образование: сборник материалов всероссийской очно-заочной научно-практической конференции, Магнитогорск, 28–29 марта 2024 года.* – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 62-65. – EDN ITYFTB.

Каган-Розенцвейг Б.Л. (AuthorID: 869657), Коршунова В.А. (магистрант)

РОЛЬ ФАКТУРЫ В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Для достижения эстетического эффекта при разработке дизайна ювелирных изделий используются различные средства художественной выразительности. Однако одним из наиболее выразительных приёмов, непосредственно влияющих на тактильное и визуальное восприятие, является работа с фактурой.

Фактура – характер, внешнее строение поверхности объекта с её характерным рельефом, шероховатостью. Сочетание разных фактур в одном украшении создает интересные визуальные эффекты, помогает выделить детали и делает дизайн по-настоящему выразительным [1]

Тема фактуры в дизайне ювелирных изделий является предметом научного осмысления. Ряд авторов внесли значительный вклад в её систематизацию и анализ. М.М. Черных, П.А. Останина и другие соавторы в своих работах подходят к фактуре с позиций художественного материаловедения и эстетики неровностей. М.С. Кухта, А.П. Соколов, О.Л. Пустозерова рассматривают фактуру через технологии её получения, предлагая классификацию по способам обработки [2], С.И. Галанин фокусируется на технологических процессах декорирования.

На практике использование фактур в авторских и массовых украшениях имеет принципиальные различия. Авторские изделия являются полем для максимальной реализации творческого потенциала через фактуру. Примером служат работы, описанные Кухтой и др., где ретикуляция сочетается с чеканкой и лазерной резкой, или исследования Казачковой по точному воспроизведению фактуры листьев с помощью металлических пластичных масс.

Массовые изделия, напротив, демонстрируют ограниченный, и часто стандартизированный спектр фактур. Фактурные решения зачастую выполняют лишь базовую декоративную или утилитарную (например, противоскользкую) функцию, не становясь центральным элементом дизайна.

Таким образом, целенаправленное внедрение передовых методов проектирования и изготовления различных фактур в технологические цепочки массового ювелирного производства открывает путь к созданию более разнообразных, эстетически насыщенных и индивидуальных продуктов.

Список используемых источников

1. Герасимова, А. А. Художественный образ как важная составляющая в процессе создания художественного произведения / А. А. Герасимова, Д. А. Карпенко // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 21–25 апреля 2025 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2025. – С. 350. – EDN MWXJBU.

2. Кухта, М. С. Технологии обработки поверхности в ювелирном дизайне / М. С. Кухта, А. П. Соколов, О. Л. Пустозерова // Известия вузов. Физика. – 2013. – Т. 56, № 12-2. – С. 155-159. – EDN SITXVZ. – EDN WZJMWZ.

Канунников В.В. (AuthorID: 740697), **Лесовая М.Д.** (студент)

МИКРОМОЗАИКА В ОФОРМЛЕНИИ ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЙ

Мозаика является разновидностью монументального искусства и вместе с тем — одним из древнейших видов художественного творчества. В нем узоры или рисунки создаются путем соединения элементов камней (смальты, керамических плиток и др.) разного цвета, формы и текстуры. Существует несколько типов микромозаики: флорентийская, римская и венецианская [1].

Мозаичные панно неразрывно связаны с архитектурой, но также они могут являться и самостоятельными объектами изобразительного искусства. Анализ литературных источников показал, что вопросу изучения исторической и художественной ценности микромозаики в искусствоведческой среде уделено недостаточно внимания, особенно изучению новых методов создания мозаики в этой уникальной технике. Техника микромозаики имеет свои преимущества в ювелирном искусстве по сравнению с традиционной мозаикой. Микромозаика широко используется для создания ювелирных украшений.

Рассмотрим более подробно этапы работы с микромозаикой:

1 этап. Разработка эскиза. Каждый проект начинается с эскиза, обязательного для классического и современного методов.

2 этап. Моделирование эскиза. Эскиз создается в графической программе (например, CorelDraw) или сканируется и обводится вручную.

3 этап. Выбор материала. Подбор камня требует времени и учета декоративных свойств.

4 этап. Резка камня. Камень режется на станке по эскизу.

5 этап. Подгонка камня. Доработка краев для точной стыковки элементов на шлифовальном станке и вручную.

6 Этап. Сборка. Склеивание элементов мозаичного набора.

7 этап. Полировка. Финишная обработка поверхности мозаики и демонстрации красоты камня. Используются разные полирующие составы для разных пород.

В завершении можно отметить, что техника микромозаики из камня, создания изображений из мелких элементов для высокой детализации используется в изделиях интерьерера и ювелирном искусстве.

Список используемых источников

1. Канунников, В. В. Проектирование и технология изготовления художественных изделий из камня : Электронный ресурс / В. В. Канунников, А. И. Норец, С. В. Харченко. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020. – ISBN 978-5-9967-1878-8. – EDN WWDJVG.

Канунников В.В. (AuthorID: 740697), Петрова П.С. (студент)

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ШКАТУЛКИ КАК ПРЕДМЕТА ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОГО ИСКУССТВА

Шкатулка, как предмет декоративно-прикладного искусства и повседневного обихода обладает многовековой историей, отражающей культурные, социальные и технологические изменения разных эпох. На протяжении столетий она служила не только для хранения ценных предметов, но и являлась показателем статуса владельца и объектом художественного творчества.

От ларцов до изысканных изделий эпохи Возрождения и массового производства XIX–XX веков, шкатулка сохраняла свою актуальность, адаптируясь к изменяющимся потребностям общества.

Шкатулка – небольшой ящик для мелких, обычно ценных вещей. В русском языке слово «шкатула» впервые упоминается в 1598 году, а слово «шкатулка» – 1610 году в рукописях. В древней Руси шкатулки для драгоценностей пользовались огромной популярностью. В каждом доме была шкатулка, ларец или сундучок, где хранили драгоценности, памятные мелочи или сувениры. Японские и китайские мастера еще две тысячи лет назад изготавливали шкатулки различной величины и формы. Они старались превзойти друг друга в мастерстве, придумывая все новые и новые способы отделки. Так, появились такие технологии, как тонкие узоры по древесине, декорирование тканей и кож, отделка металлом, слоновой костью и драгоценными камнями. Основываясь на проведенном теоретическом обзоре, было выявлено - первые шкатулки появились в странах Ближнего Востока, в Египте, Японии и Китае. На территории Месопотамии и Египта археологи обнаружили фрагменты ларцов из дерева, богато украшенных инкрустацией и резьбой. С тех времён их вид особо не менялся, но сегодня этот предмет изготавливается из современных материалов и различных технологий. Также, было выявлено, что Европу шкатулки покорили во времена средневековья, когда возрос интерес к культуре Востока [1].

Шкатулка на протяжении веков сохраняла свою значимость, как функциональный предмет и культурный символ. Её эволюция отражает изменения в технологиях, материалах и художественных традициях разных эпох. Шкатулка остаётся важным элементом материальной культуры, соединяющим практическую пользу и художественную ценность.

Список используемых источников

1. Мгерян, К. С. История возникновения шкатулки / К. С. Мгерян // Сборник научных статей по материалам XIII Международной научно-практической конференции, Уфа, 29 декабря 2023 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2023. – С. 118-124. – EDN WZMAAY.

Канунников В.В. (AuthorID: 740697), **Сулима П.А.** (студент)

СИМБИОЗ ПРИРОДЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ В НОЧНИКЕ

Современный дизайн интерьеров все чаще обращается к природным мотивам, стремясь к гармонии между эстетикой, экологичностью и практичностью. Декоративный ночник, объединяющий поделочный камень и дерево бонсай, воплощает эту философию, создавая уникальный предмет, который не только освещает пространство, но и наполняет его живой энергетикой. Природные материалы – поделочный камень (долерит, яшма, доломит) создают уникальную фактуру, подчеркивая естественную красоту и экологичность.

Бонсай олицетворяет гармонию, а камень символизирует устойчивость и долговечность. Вместе они создают метафору баланса между изменчивостью жизни и постоянством природы.

Бонсай как искусство миниатюрного деревоводства возник в Древнем Китае и получил развитие в Японии. Он символизирует гармонию, баланс, контроль над природой и одновременно уважение к её естественным формам. Ночник, в свою очередь, представляет собой предмет повседневной необходимости, несущий функцию освещения и уюта. Этот симбиоз открывает новые горизонты в области функционального био-дизайна.

Функциональность – ночник не только служит элементом декора, но и обеспечивает мягкое, рассеянное освещение, создавая уютную атмосферу.

Символизм – бонсай символизирует гармонию и баланс, а камень добавляет долговечность и стабильность, что делает изделие не просто осветительным прибором, но и арт-объектом с глубоким смыслом. Такой светильник становится идеальным решением для современных интерьеров в стиле эко, минимализм восточной эстетики, подчеркивая связь человека с природой [1].

Бонсай-светильник представляет собой не просто дизайнерский объект, а философию соединения природы и технологии, красоты и пользы, статики и динамики. Его существование отражает тенденции гуманизации среды, стремления к устойчивости и воссоздания утраченной связи с природным миром в пределах урбанистического пространства. Такие объекты становятся мостом между природой и человеком, функциональностью и эстетикой, рациональностью и созерцанием.

Список используемых источников

1. Кудрявцев С.В. Бонсай. Основы и техники формирования миниатюрных деревьев. — М.: АСТ, 2020. — 144 с.

Каукина О.В. (AuthorID: 65662877), **Лакерева Е.Д.** (студент)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТИЛЯ АР НУВО В ДИЗАЙНЕ ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЙ

Ювелирные украшения — это не просто аксессуары, а символы самовыражения, истории и культуры. Они способны подчеркнуть индивидуальность и стиль владельца. Сохранившиеся до наших дней ювелирные изделия дают представление о традициях, вкусах и мастерстве ювелиров прошлого.

Ар Нуво, «новое искусство», «модерн» — это стиль, который возник в конце XIX — начале XX века. Он охватывает разные области: архитектура, декоративное искусство, живопись, скульптура и ювелирное дело. Главная идея стиля заключается в гармонии между искусством и природой, что выражается в плавных органических формах. В орнаментах Ар Нуво можно встретить мотивы обычных растений и цветов, а также животных и насекомых [1].

Одним из используемых материалов в стиле Ар Нуво для декорирования различных изделий является витражная эмаль: полупрозрачная, с тонкими переходами цвета она создавала красивый, постоянно меняющийся в зависимости от освещения образ, также использовалась органика: кораллы, кость, рог. Большое внимание уделяли барочному жемчугу - неправильной формы.

В России распространение стиля, который назвали модерном, пришлось на время расцвета фирмы Фаберже. Компания работала на массовый выпуск украшений в этом стиле, поэтому часто они не отличаются сложным дизайном. Русские украшения в стиле модерн более яркие, чем их европейские аналоги: Российские ювелиры любили цветные эмали и чаще использовали драгоценные камни [2]. Ар Нуво по-прежнему сохраняет свою актуальность и популярность в ювелирном искусстве. Мастера продолжают вдохновляться природными формами и мотивами, создавая изысканные украшения, которые отражают элегантность и гармонию.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что использование стиля Ар Нуво в дизайне ювелирных украшений не только придаёт изделиям уникальный облик, но и отражает стремление художников к гармонии с природой. Этот стиль, отличается изяществом линий и органическими формами, что позволяет создавать украшения, которые становятся не просто аксессуарами, а истинными произведениями искусства, и используются по сей день.

Список используемых источников

1. Галанин, С. И. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий / С. И. Галанин, К. Н. Колупаев. – Кострома: Костромской государственной университет, 2023. – 173 с. – ISBN 978-5-8285-1243-0. – EDN TGXTYH.
2. Художественная обработка материалов: дизайн, технологии, мастерство: Электронное издание / О. В. Каукина, Г. А. Касатова, Е. А. Войнич [и др.]. Том Часть 2. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020. – ISBN 978-5-9967-1808-5. – EDN KKKAAI.

ФОЛЬКЛОРНЫЕ МОТИВЫ В УКРАШЕНИЯХ

Востребованность фольклорных мотивов в украшениях объясняется их ролью в сохранении культурного наследия и исторической памяти народа. Такие изделия становятся символами национальной идентичности и гордости, отражая традиции, верования и нравственные ориентиры этноса. Фольклор – это коллективное художественное творчество народа [1].

Сохранение культурного наследия играет важную роль в формировании национальной идентичности и передаче исторического опыта от поколения к поколению. Оно помогает людям осознавать свою принадлежность к народу, уважать традиции и ценности предков, одновременно воспитывая интерес и терпимость к культурам других народов. Народной сказке свойственны все особенности фольклора. Традиции и обычаи закладывают содержание и форму произведения, основные поэтические приемы, особый выработанный и развитый на протяжении веков сказочный стиль [1].

Сказки особенно популярны как источник вдохновения для дизайнеров украшений: в них ярко выражены образы, стилистика и сюжетные мотивы, которые легко адаптируются в декоративные формы. Это объясняет устойчивый интерес к ним в ювелирном и декоративно-прикладном искусстве.

Сказки в ювелирных украшениях — это воплощение фольклорных мотивов, магии и символов в драгоценных металлах и камнях, создающее ощущение волшебства. Современные бренды переосмысливают русские сказки, создавая уникальные изделия, такие как кольцо «Яблочко на тарелочке» с демантоидом или тиара «Шапка-невидимка». Автором коллекции «Волшебные сказки», выступил современный ювелирный дизайнер Михаил Барышников, — это яркое воплощение магических символов русской мифологии и одновременно «волшебных» предметов, которые стали неотъемлемой частью культурного кода и неиссякаемым источником вдохновения. [1].

Таким образом, фольклорные мотивы в дизайне украшений — это не просто модное направление, а важный культурный феномен, поддерживающий связь поколений и национальную идентичность.

Список используемых источников

1 Киселева, Е. А. Русская народная сказка как средство приобщения младших школьников к русской культуре / Е. А. Киселева // XX юбилейные Царскосельские чтения: материалы международной научной конференции, Санкт-Петербург, 20–21 апреля 2016 года. Том 1. – Санкт-Петербург: Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина, 2016. – С. 214–217. – EDN WNNNDAN.

Гаврицков С.А. (AuthorID: 292910), **Новикова О.В.** (учебный мастер),
Фенапетова Е.А. (магистрант)

БЛОЧНАЯ МОЗАИКА ИЗ КАМНЯ В ХУДОЖЕСТВЕННО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Блочная мозаика — это вид мозаики, при котором рисунок или орнамент составляется из предварительно склеенных блоков различного материала, цвета и сечения, разрезанных поперёк на множество тонких одинаковых пластин. Традиционно блочная мозаика применяется в деревообработке. Перенесение этой техники в другие материалы до сих пор остается малоизученным. Однако, в исследовании Гаврицкова С. А. и Касатовой Г. А., доказывается возможность адаптации блочной мозаики для создания декоративных композиций из поделочного камня и демонстрируется перспективность такого подхода [1].

Так, техника блочной мозаики, изначально разработанная для работы с древесиной, сегодня может рассматриваться как потенциальная основа для создания мозаичных композиций из камня. Это может стать основой для формирования самостоятельного направления - блочной мозаики из камня. Работа предполагает сохранение декоративных принципов традиционной техники, и использование различных по цвету и текстуре минералов для создания сложных орнаментальных композиций, раскрывающих декоративный потенциал камня.

Применение современной техники открывает возможности для механизированной нарезки материала, что снижает трудоёмкость изготовления изделий. В отличие от древесины, камень имеет природную палитру фактур и цветов, не требующую дополнительного окрашивания [2]. Использование метода позволит создавать как отдельные художественные объекты, так и изделия небольшими сериями с повторяющимися характеристиками, что упрощает их производство, а также дает возможность использовать отходы, остающиеся от изготовления других каменных изделий, что повышает экономичность и рациональность работы с материалом.

Организация работы с камнем в формате блочной мозаики требует разработки методов точного формирования и соединения блоков. Необходимо обеспечить стабильность размеров элементов и их прочность.

Таким образом, применение техники блочной мозаики к камню является перспективным направлением развития художественно-промышленного дизайна. Данная технология сочетает традиционную декоративность с современной производственной эффективностью, создавая новую форму синтеза ремесла и современного производства.

Список используемых источников

1. Гаврицков, С. А. Применение техники блочной мозаики при изготовлении художественных изделий из камня / С. А. Гаврицков, Г. А. Касатова // Евразийский союз ученых. – 2015. – № 9-2(18). – С. 49-50. – EDN WLZSIP.
2. Балахнина, Л. В. Виды декоративно прикладного искусства и народных промыслов: Учебное пособие для студентов художественного образования / Л. В. Балахнина. – Тобольск: ООО «Принт-Экспресс», 2020. – 220 с. – ISBN 978-5-6043931-1-6. – EDN ZGISAM.

Сложеникина Н.С. (AuthorID: 691769), Веприкова А.Е. (студент)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА В КАЧЕСТВЕ ДЕКОРАТИВНОЙ ВСТАВКИ В РАЗЛИЧНЫХ УКРАШЕНИЯХ

В настоящее время широкую популярность приобрели ювелирные украшения и бижутерия, в которых используются нетрадиционные и нестандартные материалы, элементы, а также покрытия материалов.

Со второй половины XIX века, в связи с развитием естественных наук, дизайнеров привлёк мир насекомых. В наше время крылья жуков вновь приобретают популярность и активно используются дизайнерами украшений.

Таким образом, для последующей работы нами был выбран материал – надкрылья жука златки. Одним из главных преимуществ надкрыльев жуков златок являются декоративные свойства – текстура, необычная окраска, переливающаяся оттенками, стойкий блеск. Тем временем, хрупкость данного материала накладывает определённые ограничения на его использование.

В рамках нашего исследования, на базе учебных мастерских кафедры художественной обработки материалов МГТУ им. Г.И. Носова был проведён эксперимент, в ходе которого решены следующие задачи: надкрылья златок укреплены слоем эпоксидной смолы, обработана получившаяся поверхность, заготовки закреплены в каст. Результатом работы является изготовленное нами изделие – брошь в виде жука (рис. 1).



Рис. 1. Итоговый вид изделия

Подводя итоги, данное исследование и проведённый эксперимент предлагает один из способов укрепления надкрыльев жука златки для того, чтобы в дальнейшем использовать надкрылья при изготовлении изделия в качестве декоративной вставки.

Сложеникина Н.С. (AuthorID: 691769), Веприкова А.Е. (студент)

ВИДЫ ДЕКОРАТИВНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ШКАТУЛОК ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Декоративное оформление шкатулок из различных материалов — это искусство, позволяющее подчеркнуть их уникальность и придать им привлекательный внешний вид. Существует множество способов придать шкатулке индивидуальность и оригинальность. Одним из таких способов является дополнение к шкатулке накладных декоративных элементов. Выбор способа декорирования может зависеть от идеи, концепции, а также формы и материала изделия.

Наиболее распространёнными способами декоративного оформления шкатулок из различных материалов на наш взгляд являются:

1. Фурнитура. В качестве фурнитуры для шкатулок зачастую используются такие элементы, как: замок, петли, уголки, ножки, навесы, ручки. Чаще всего они выполняются из металла, при помощи литья или выпилки.
2. Накладной элемент. Такой вид декора может быть выполнен в различных техниках, из другого материала, с комбинированием техник и материалов.
3. Мозаика может быть, как врезной, так и накладной. Из мозаичного рисунка может состоять весь корпус шкатулки.
4. Декорирование тканью, например, обивка, как внутри, так и поверх изделия.
5. Роспись. Данный вид декорирования поверхности шкатулки можно встретить в изделиях из древесины.
6. Декорирование при помощи химического покрытия: чернения, патинирования и других. Химическая обработка поверхности изделия может выполняться не только на деталях самой шкатулки, но и на фурнитуре или накладных элементах.

Декоративный накладной элемент может быть как дополняющим, так и рассматриваться в качестве отдельного от шкатулки изделия. Проведя теоретический обзор, а также обзор аналогичных изделий, в качестве примера, был разработан проект и изготовлен декоративный накладной элемент на шкатулку из природного камня.

Сложеникина Н.С. (AuthorID: 691769), Пономарев Ю.В. (студент)

ЭВОЛЮЦИЯ СУВЕНИРОВ: ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПАМЯТНЫХ ПРЕДМЕТОВ

Слово «сувенир» имеет французское происхождение («souvenir»), означающее «память». Изначально сувенирами называли подарки, которые путешественники привозили домой из дальних странствий, символизируя память о посещённых местах и пережитых впечатлениях. Первые сувениры появились ещё в древние времена, когда человек начал украшать себя предметами быта, оружием или символами религиозных верований. Так, первобытные племена использовали перья птиц, зубы животных, раковины и камни для создания амулетов и украшений, передававших магический смысл и защиту владельцу. Со временем практика обмена дарами стала важной частью дипломатических отношений и торговых сделок.

Древние греки и римляне дарили друг другу монеты, медали и статуи, подчеркивая статус и уважение. Средневековая Европа прославилась производством декоративных медалей и ювелирных изделий, предназначенных для высокопоставленных особ.

Новый этап развития сувениров начался во времена Великих географических открытий. Путешественники начали коллекционировать экзотические вещи из вновь открытых земель, создавая своеобразные коллекции воспоминаний о путешествиях. Постепенно такая традиция распространилась среди простых горожан, ставших приобретать небольшие памятные вещицы в ходе поездок по родным краям.

Современная концепция сувениров начала складываться в XIX веке, когда развитие туризма привело к массовому производству мелких памятных вещей, специально созданных для продажи туристам. Предметы массового спроса, вроде магнитов, тарелочек и открыток, приобрели популярность. Сегодня сувенирная продукция охватывает широкий спектр областей — от деловой атрибутики до уникальных авторских работ. Эти изделия отражают культурные символы страны или региона, становясь неотъемлемым атрибутом путешествия.

На сегодняшний день рынок сувениров продолжает расширяться, предлагая разнообразные товары, предназначенные для любых целей — от личного удовольствия до делового общения. Сувениры остаются эффективным средством выражения благодарности, уважения и сохранения приятных воспоминаний.

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ БУДУЩЕГО ПЕДАГОГА-ХУДОЖНИКА В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ДВУХПРОФИЛЬНОГО БАКАЛАВРИАТА «ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЕ ИСКУССТВО, ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»

Проблема развития творческих способностей в профессиональной подготовке педагогов-художников занимает одно из центральных мест в современной педагогической науке. В своем исследовании мы придерживаемся теоретического положения, о том, что «благоприятными возможностями для проявления творческой природы человека и его развития обладает художественное творчество» [1, С.9]. Творческие способности представляют собой совокупность индивидуально-психологических особенностей, позволяющих субъекту находить оригинальные и ценные решения в различных сферах жизнедеятельности. Их развитие рассматривается как важный компонент профессионального становления будущего педагога-художника, поскольку искусство по самой своей природе предполагает открытость новому опыту, критичность мышления и креативность [2, С.176].

В 2025 году в Институте художественного образования РГПУ им. А.И. Герцена открыт двухпрофильный бакалавриат «Изобразительное искусство, Дополнительное образование» (5 лет). Данная программа разработана с учетом модернизации системы образования [3, С.65]. Учебный план программы основан на принципе модульного построения и включает дисциплины, ориентированные на развитие творческих способностей будущих педагогов-художников. Формирование и развитие творческих способностей будущих педагогов-художников осуществляется посредством использования специальных методов и методик, которые активизируют творческое мышление и способствуют раскрытию индивидуального потенциала студентов. Так, например, дисциплины «Предметно-художественного модуля» имеют теоретическую и художественно-практическую направленность, темы и задания которых выполняют важную роль в развитии профессиональных творческих способностей. А задания дисциплин «Предметно-методического модуля» включают в себя рефлексивную практику, что способствует развитию самоконтроля и саморегуляции студентов, и помогает определить зоны ближайшего развития и скорректировать направление дальнейшей работы. Все дисциплины модулей образовательной программы взаимно дополняют друг друга, способствуя формированию профессиональных компетенций, необходимых педагогу-художнику для успешной профессиональной деятельности.

Исследование выполнено за счет внутреннего гранта РГПУ им. А. И. Герцена (проект № 99-ВГ)

Список используемых источников

1. Ткаченко, Д. А. Структура и содержание двухпрофильной программы бакалавриата «Изобразительное искусство, дополнительное образование» в условиях изменений образовательной системы / Д. А. Ткаченко, Э. П. Чернышова // Alma Mater (Вестник высшей школы). – 2025. – № 10. – С. 65-72. – DOI 10.20339/AM.10-25.065. – EDN DOALWH.2. 2.
2. Чернышова, Э. П. Развитие творческого мышления у студентов-архитекторов / Э. П. Чернышова // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. – 2012. – № 1. – С. 8-12. – EDN RDYAWD.
3. Сложеникина, Н. С. Философские аспекты ценности предметной формы в декоративном искусстве и дизайне / Н. С. Сложеникина, Э. П. Чернышова, А. Н. Ильин // Перспективы науки. – 2019. – № 8(119). – С. 176-179. – EDN QGXQCX.

ДИСЦИПЛИНА «ФИЛОСОФИЯ ИСКУССТВА» КАК НЕОБХОДИМЫЙ КОМПОНЕНТ УЧЕБНОГО ПЛАНА ДВУХПРОФИЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА «ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЕ ИСКУССТВО, ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»

РГПУ им. А.И. Герцена демонстрирует высокие позиции по критериям качественного образования [1, С. 360]. В институте художественного образования РГПУ им. А.И. Герцена в 2025 году открыта пятилетняя образовательная программа по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) «Изобразительное искусство, Дополнительное образование», которая разработана с учетом модернизации системы образования [2, С. 65]. Исследовав инструментарий, способствующий успешному формированию профессиональных компетенций в процессе освоения двухпрофильной образовательной программы бакалавриата, было принято решение включить в учебный план дисциплину «Философия искусства». Изучение философии искусства, безусловно, выступает необходимым и концептуально значимым компонентом профессиональной подготовки будущих педагогов-художников, обеспечивая не только углублённое понимание онтологического статуса и социокультурных функций искусства, но и способствуя формированию критического, рефлексивного и творческого мышления, а также развитию этического сознания.

Особую значимость философия искусства приобретает в контексте формирования эстетической культуры и духовного развития личности. Также стоит отметить, что обращение к философским проблемам художественного творчества, восприятия и интерпретации искусства побуждает к рефлексии собственной педагогической практики, к поиску и апробации новых методик, технологий и форм организации образовательного процесса, что особенно актуально в условиях динамично трансформирующегося образовательного пространства. В результате педагог-художник выступает не только транслятором знаний и умений, но и активным создателем образовательной среды, ориентированной на раскрытие творческого потенциала каждого обучающегося. Интеграция философии искусства в образовательные программы подготовки будущих педагогов-художников тем самым представляет собой необходимое условие их успешной профессиональной самореализации. Это ведёт к формированию более компетентных, теоретически подготовленных и уверенных специалистов, способных внести существенный вклад в развитие системы художественного образования и культуры общества в целом.

Исследование выполнено за счет внутреннего гранта РГПУ им. А. И. Герцена (проект № 99-ВГ).

Список используемых источников

1. Ткаченко, Д. А. К вопросу креативного управления процессом профессионального становления будущего педагога-художника* / Д. А. Ткаченко // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 21–25 апреля 2025 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2025. – С. 360. – EDN MCUYDI.
2. Ткаченко, Д. А. Структура и содержание двухпрофильной программы бакалавриата «Изобразительное искусство, дополнительное образование» в условиях изменений образовательной системы / Д. А. Ткаченко, Э. П. Чернышова // Alma Mater (Вестник высшей школы). – 2025. – № 10. – С. 65-72. – DOI 10.20339/AM.10-25.065. – EDN DOALWH.

Именной указатель

- А**
- Абдрахманов К.И. 68
Абдрахманов Э.И. 69
Абдуллина А.Д. 361
Абубакирова М.Д. 309
Аверьянова Т.А. 360
Агапов Д.Е. 51
Агеев К.А. 52
Азаров А.П. 243
Аксанов А.А. 6
Аксенов Т.А. 141, 144, 145
Актаева Р.Р. 33
Алашесова Е.А. 303
Александрова К.А. 312
Алексеев Д.И. 87, 95, 96
Амиров Р.Н. 205, 206, 209
Андреев С.М. 109, 110
Андросенко М.В. 144, 145
Аникеев В.В. 229, 230
Анисимова В.Е. 61, 62
Антоненко Ю.С. 318, 319
Антонченко В.П. 74, 75, 80
Анцупов А.В. 134, 135
Анцупов А.В. (мл.) 134, 135, 137
Анцупов В.П. 134, 135, 137
Анцупов А.В. 137
Артюшечкин Д.А. 85
Асадов Т.З. 241
Астафьева М.А. 240, 241, 242
Атангулова Г.Я. 122, 123, 124
Афиренко Д.С. 320
Ахметов И.И. 104
Ахметова А.Р. 289
- Б**
- Багомедова У.М. 77, 79, 81
Баженов В.Е. 101
Бакиев В.Р. 3
Барбашенко Г.М. 54
Барна П.А. 47
Барынин Д.В. 134, 135, 136
Барышников П.М. 161
Барышникова А.М. 155, 158, 162
Барышникова М.Ю. 286, 287, 288
- Баскаков В.О. 37
Баскаков Е.С. 150
Бахчеев А.Д. 155, 163
Башарова А.А. 111
Белкин Д.Е. 105
Белова Е.Л. 320, 321, 322, 349
Белокрылова Д.А. 70
Береснева Е.М. 45
Береснева М.В. 89
Бигеев В.А. 76, 221, 223, 228
Бикбов Р.И. 16, 281
Бирюкова М.А. 156, 164
Бирюкова О.Д. 157, 159, 164
Богданов Д.В. 323
Болобанова Н.Л. 183, 185, 186
Бондаревский Н.Н. 369
Борзенко А.К. 323
Борисов Д.А. 9, 11
Брызгалов М.А. 15
Будякова А.В. 261
Булатов С.В. 237
Булганина М.Ю. 149, 214
Бульниенкова С.Е. 324
Буренков А.С. 204, 205, 207
Бурмистров К.В. 3, 4, 12
- В**
- Вандышева О.В. 361, 362, 363
Варламов А.А. 244, 245, 246
Василенко О.Н. 128
Васькина Е.С. 366
Веприкова А.Е. 377, 378
Веремей О.М. 289, 290, 291
Верстова В.К. 325
Вишняк А.И. 13
Владимиrowa Ю.О. 127
Волков А.И. 97, 98
Волков П.В. 7
Волков С.Ю. 106
Вологжанина Е.В. 130
Волощук Т.Г. 86
Воронин К.М. 249

Г

Гаврицков С.А.....	364, 365, 376
Гайфуллин Г.А.....	3
Галимьянов И.К.....	128, 129
Галкин А.В.....	36, 37, 38
Гамаюнов С.Н.....	21
Ганин Д.Р.....	146, 147
Гарасевич Д.С.....	326
Гареев Д.У.....	305
Герасимова А.А.....	366, 367, 368
Гильфанов М.В.....	34
Глиняйлюк Е.М.....	107
Глотов И.Д.....	172
Глушеч А.А.....	226
Гмызин В.А.....	57
Гмызина Н.В.....	57, 58, 59
Голованов М.А.....	130
Головачев А.В.....	247
Головизнин С.М.....	187
Гонтаренко Б.Ю.....	63
Горбатов А.Д.....	35
Горбачёв В.С.....	237
Горбачев С.В.....	237
Горбунов Н.Е.....	286
Горбунова О.Ю.....	248, 249, 250
Горлова О.Е.....	55, 56
Григоренко Е.Д.....	119
Григорьев А.Д.....	328
Гришин И.А.....	60
Гробов Е.А.....	60
Гук Ю.К.....	323
Гулаков А.А.....	106
Гулаков Н.Ю.....	84
Гусева А.М.....	21
Гусева В.А.....	337

Д

Данилов А.С.....	72
Даушев Р.М.....	5
Дегодя Е.Ю.....	58, 61, 62
Дегтярев Е.В.....	292
Дема Р.Р.....	204, 205, 207
Деменев Д.Н.....	292
Деменёв Д.Н.....	293, 294
Дементьев А.В.....	122, 123, 124
Дергунов С.А.....	237, 238, 239

Держаева П.С.....	304
Дерябин Д.И.....	251
Дзюба А.В.....	82
Добряков Д.А.....	17
Доможиров Д.В.....	10, 11
Доможиров М.Д.....	10
Дредитова А.А.....	318
Дураков М.А.....	204, 205, 207

Е

Егиазарьян Д.К.....	83, 84
Егорова Л.Г.....	89
Егорова П.А.....	92
Екатеринушкина А.В.....	327
Екатеринушкина А.В.....	329, 330
Елесина Е.В.....	258
Елизарьев А.И.....	128
Емельянова В.М.....	287
Емельянова Н.М.....	331, 332
Еремин Г.К.....	253
Еремин К.И.....	252, 253
Ершова О.С.....	102
Ефимова Ю.Ю.....	125

Ж

Жардемов К.Ж.....	8
Жданова Н.С.....	321, 322, 333
Жевненко В.В.....	164
Жигульская А.И.....	21
Журавлева Е.Р.....	128, 129

З

Забитов Р.М.....	254
Завалищин А.Н.....	103, 166, 167, 168, 176
Загайнова Д.М.....	317
Зайнуллин А.И.....	169
Зайцев Г.С.....	223
Залилов Р.В.....	90
Зарипова А.А.....	334, 335
Зарицкий Б.Б.....	105, 115
Засов Н.Е.....	219
Засухина Е.А.....	146
Звягина Е.Ю.....	194, 195, 196
Зонненберг Н.Н.....	229, 230
Зотова Д.А.....	336, 337

Зубаирова И.А.	122, 123, 124
Зубков А.А.	6, 7
Зюзин Б.Ф.	21

И

Иванов С.Л.	19
Иванцов А.Б.	177
Идрисов А.Ф.	45
Ильин Д.С.	93
Ильгинин Ю.К.	10, 11
Ильясов И.З.	173
Ильясов И.И.	188, 197
Ильяшева Е.В.	338, 346, 350, 354
Ионова Е.Н.	301
Исаев М.К.	222
Исаева А.Д.	290
Исмагилов Р.А.	364
Исякаев К.Т.	184
Ишимов К.Е.	257

К

Каган-Розенцвейг Б.Л.	369, 370
Казиков К.В.	50
Калмурзина Л.Р.	298
Каменских С.С.	362
Канунников В.В.	371, 372, 373
Караулов Н.Г.	14, 15
Каримова С.М.	339
Каримуллин Т.Т.	256
Карманов Т.А.	164
Каукина О.В.	374, 375
Кенарь Е.В.	143
Кеня Е.А.	28
Кильдиярова Л.С.	86
Киян К.А.	310
Ключников И.А.	220
Коваленко В.В.	26
Ковшикова А.А.	186
Кожевникова К.Д.	232
Козин Е.В.	53
Козлова Л.В.	41
Колдин А.В.	206, 207
Колесатова О.С.	50, 51
Колесникова Т.А.	299
Колкова М.С.	50, 51
Комзолова И.Н.	45
Конов С.В.	143, 176

Константинов Д.В.	140
Копенкина Л.В.	21
Копцева Н.В.	125
Копылов К.С.	288, 294
Копылова О.А.	29
Копытова А.В.	273
Корниенко В.Д.	258
Корнилов С.Н.	26, 27
Корчунов А.Г.	140, 148, 189
Коршунова А.Я.	341
Коршунова В.А.	370
Косарева Е.Р.	233
Котельникова Н.Е.	295, 296, 297
Кошкарар А.	228
Кошкарар Д.А.	63, 83, 84
Кравцов Т.В.	328
Крайний И.В.	192
Краснова Т.В.	261
Краснянская И.А.	97
Крехов Е.Н.	6
Кривенков И.В.	116
Кришан А.Л.	255, 256, 257
Кротов И.А.	274
Крупнов Л.В.	191
Крылов А.А.	40
Крылова С.А.	87
Кузнецова Е.С.	291
Кузнецова Н.И.	75
Кузьменков А.О.	217
Кузьмина Е.Е.	77
Куликов С.В.	144, 145
Куликов С.С.	143
Кульсаитов Р.В.	5
Кунакбаева А.А.	342
Куприянова О.А.	188
Кургузов К.В.	79, 80, 226
Кургузов С.А.	198, 199, 200
Курочкин А.И.	17, 22
Кутлубаев И.М.	5, 6
Куфаев В.Г.	213

Л

Лаговская Е.В.	210, 211
Лакерева Е.Д.	374
Лактионов А.А.	159
Латыпов О.Р.	205, 206, 207
Левандовский С.А.	172, 173, 174

Левко П.М.	207
Лейченкова А.В.	298, 299, 300
Лернер М.М.	190
Лесовая М.Д.	371
Лисняк Е.В.	275
Литвиненко Н.В.	45, 46, 47, 48, 49
Лихидько М.А.	240
Логачёв Г.Н.	78
Логинов Ю.Н.	184
Логунов И.В.	32, 37, 38
Локотунина Н.М.	156, 160, 161
Луганская Д.А.	263
Лукашук О.А.	18
Лукиянов В.А.	43
Лукиянов Е.Д.	154, 158, 160
Лунева Д.Д.	300
Лучко С.С.	134
Лыскович А.А.	101
Лямцева Е.В.	343, 344

М

Маалаоуи Хамед	18
Магасумов Г.З.	78, 81
Мазов А.В.	90
Мазова А.В.	90
Майданкин К.С.	221, 226
Макаров В.Ф.	212
Макарова В.В.	20
Макарова И.В.	75, 79, 80
Макушев С.Ю.	63
Мальш С.В.	122, 123, 124
Манашев И.Р.	222
Манашенкова В.А.	276
Маркевич А.В.	102, 111
Марочкин В.О.	105
Масалимов А.В.	99, 100
Масальская А.С.	224, 225
Масальский Л.С.	224, 225
Масальский С.С.	224, 225
Матвеева В.С.	301, 302
Махоткина Е.С.	88, 91
Мацук А.П.	71
Медяник Н.Л.	61, 62
Мелихов Е.Д.	170, 171
Метелкин А.А.	63, 83, 84
Мирзаев А.Ш.	188, 197
Митрофанов А.А.	63, 128, 129

Михайлицын С.В.	197
Михайлов А.В.	72
Михайлова Г.В.	7, 12
Михалев А.В.	190
Михалев С.В.	190, 192, 193
Михалкина И.В.	113
Михневич А.С.	218
Могильных А.Е.	157, 162
Моллер А.Б.	178, 179
Молочкова О.С.	126
Морева Ю.А.	274, 278, 280
Морозов М.С.	242
Мосабаев Р.В.	174
Мукаев Г.В.	367
Мулина Д.Д.	315, 316
Мурашов К.Н.	311

Н

Нажиметдинова А.Р.	319
Нажметдинова А.Р.	345
Назаров Д.А.	179
Наркевич М.Ю.	251, 263, 271
Насыров Р.Ш.	8
Нацекин М.В.	252, 253
Недашковская Д.А.	346
Некрасова С.А.	235, 236
Нигматуллин И.З.	307
Новиков А.В.	122, 124
Новиков Е.В.	7
Новикова О.В.	376
Новикова Т.А.	201
Новикова Т.В.	303, 304, 305
Носов Л.В.	159, 162, 163
Нужин С.Г.	15
Нургалин А.Г.	227
Нургалина Э.С.	277

О

Огарков Н.Н.	194, 195, 196
Огнева Е.М.	139, 140
Ожгихин Н.Д.	167
Олейник Д.Г.	148
Ольховая Т.А.	239
Орехова Н.Н.	64, 68, 69
Орлов Г.А.	149
Осин Н.С.	89
Осинцев Н.А.	23, 35, 44

Осипенко А.А.	209
Осипов Н.А.	260
Осипова О.А.	115
Очередыко М.А.	135

П

Пазуха А.С.	278
Пазуха В.А.	137
Панфёрова О.Ю.	259, 272
Панченко О.О.	32
Патынская С.А.	330, 347
Пашков Е.И.	262
Пепельшев Д.И.	63
Пермяков М.Б.	260, 261, 262
Першин О.В.	149, 214
Песин А.М.	153, 159, 160
Песин И.А.	155, 159, 162
Петров А.Ю.	59
Петрова В.Д.	348
Петрова П.С.	372
Петроченко Е.В.	126
Петухов В.Н.	89
Петухова А.Д.	279
Пивоварова К.Г.	180, 181, 182
Пичугин Д.С.	250
Платов С.И.	190, 191, 202
Плотников Е.А.	204, 205
Подобреева Е.К.	306, 307, 308
Подусовская М.О.	147
Полякова М.А.	165
Понамарева Е.А.	13
Понамарева Т.Б.	112
Пономарев Ю.В.	379
Пономарева М.А.	349
Посохин М.А.	79, 226, 227
Посохина С.С.	67
Потапов И.М.	105, 125, 227
Потапов М.Г.	105, 106
Потапова М.В.	76, 226, 227
Потемкин В.Ю.	85
Прусков Е.С.	114
Пряхин В.А.	36
Пузырев С.С.	128, 129
Пустовойтов Д.О.	153, 154, 157
Пушкарева И.Ю.	89
Пчелинцева А.А.	350
Пыгалев И.А.	16

Пыгалева О.А.	33, 34, 36
--------------------	------------

Р

Рамазанов А.Н.	122, 123, 124
Ран М.А.	212
Раскатов Е.Ю.	149, 214
Распопин М.С.	280
Рахмангулов А.Н.	40, 41, 42
Рашевский К.А.	158
Рева Д.В.	114
Резник М.Д.	105
Решетова И.В.	78, 79, 80
Ровин С.Л.	117, 118
Родионова А.А.	275, 277, 279, 281
Романько Е.А.	52, 53, 54
Роменская А.М.	264
Рубцова О.В.	343
Руденко Т.А.	116
Румянцев М.И.	166, 167, 168, 176
Рыбаков А.Н.	22
Рыбалкина У.В.	58
Рыскина Е.С.	235
Рябенко А.В.	144, 145
Рядцких В.А.	103

С

Сабитов А.Р.	124
Савва А.Д.	178
Савельев М.В.	83
Савельева И.А.	144, 145
Савинков Д.Д.	30
Савинов А.С.	113
Савостьянова Ю.А.	309, 310, 311
Савченко С.А.	121
Сагадатов А.И.	265
Салимов А.Э.	19
Саляева Т.В.	351, 352, 353
Самсонов В.В.	14
Санаров Е.В.	109, 110
Санарова И.Ю.	109, 110
Сафонова К.О.	294
Сверчков А.И.	155
Свечникова Н.Ю.	77, 89, 90
Свиридова М.А.	74, 76, 80
Сединкина Н.А.	65, 66
Седлецкая О.В.	165
Сериков С.В.	238

Сибгатуллин С.К.	75, 77, 78
Сибгатуллина А.А.	16, 281
Сибгатуллина М.И.	74
Сивухина А.И.	91
Симаков Д.Б.	14
Симонов П.С.	9
Симонова Д.М.	12
Синицких П.А.	354
Слепнев К.В.	83, 84
Слободянский Д.Д.	38, 43
Слободянский М.Г.	142
Сложеникина Н.С.	377, 378, 379
Смагин Г.Е.	365
Смирнов А.Н.	67
Смоленцева И.А.	282
Смолкин Д.А.	136, 137
Снигур Д.	134, 135, 136
Сokolовский П.Л.	234
Соловьева Л.В.	363
Софина М.В.	355
Сохачевский М.К.	340, 356
Сохачевский Я.К.	340
Спирина А.Ю.	238, 239
Степанова М.Н.	100
Столяров А.М.	218, 219, 220
Столяров А.Ю.	189, 201
Стреляева К.В.	94
Струев Н.И.	266
Стулов П.Е.	97
Ступина А.Я.	66
Стучилин А.О.	198, 199, 200
Субачева Е.В.	306
Сулима П.А.	373
Султанбаева А.Г.	295
Суровцов М.М.	273, 276, 282, 284, 285
Сусанина А.И.	302
Суфиева К.Р.	313
Сысоев В.И.	76, 78, 79
Сычков А.Б.	121, 123, 223

Т

Тагирова В.М.	180
Тайсина С.М.	91
Тамаровский В.Е.	44
Танцкужина М.Р.	368
Терентьев Д.В.	202
Терентьева А.Е.	308

Тисленко М.Е.	95
Тиховидов А.С.	85
Ткаченко Д.А.	380
Токарев А.С.	39
Толстых Д.С.	175
Точилкин В.В.	191, 192, 193
Трегубов А.А.	4
Трегубов Д.А.	106
Трубкин И.С.	254
Трубкина И.В.	248, 254
Тукаев Д.С.	85
Тухветова Л.М.	201
Тютеряков Н.Ш.	133, 138

У

Угольников Н.В.	14, 15
Ульчицкий О.А.	312, 313, 314
Ульянов С.А.	177
Уразаков Е.Т.	90
Усанов М.Ю.	170, 171, 202
Усатая Т.В.	141

Ф

Фадеева Н.В.	71
Фазлетдинова Р.Н.	215
Файзуллина А.В.	296
Фарсеева Э.Р.	375
Фасхитдинова Ю.Р.	203
Федосеенко Г.В.	238, 239
Фенапетова Е.А.	376
Феоктистов Н.А.	102, 103, 104
Фидаров Б.Ф.	210, 211
Фочина К.В.	113
Фридрихсон О.В.	26, 32, 33, 34

Х

Хакова А.В.	65
Халитов Р.Р.	48
Халлик А.С.	96
Хамидулина Д.Д.	235, 236
Хамроев В.Б.	117, 118
Хардин И.С.	55
Харитонов В.А.	169, 170, 177
Харламов И.А.	183
Харченко А.С.	74, 75, 76
Харченко Е.О.	74, 75, 77
Хачин И.А.	267

Хвалев П.С.....	239
Хисматуллина Д.Д.	315, 316, 317
Хмелев А.В.	323
Хомченко А.Х.....	216
Хрикин В.В.....	268

Ц

Церетели В.А.....	284
Цыпкина П.С.	269
Цыганов А.В.....	24, 25

Ч

Чематрук В.Л.	132
Черепанов Д.В.....	63
Чернов В.П.	108
Чернышева А.С.....	271
Чернышова Э.П.	381
Чесакова Е.Л.....	314
Чжоу Ц.	42
Чикота С.И.....	270
Чикунев Г.И.	285
Чукин М.В.....	125
Чучкова К.С.....	31

Ш

Шавакулева О.П.	65, 66
Шагабутдинова Д.И.	88
Шайхутдинова И.И.	131
Шалунов Е.П.	127, 132
Шамшурина И.А.....	182
Шаповалов Э.Л.	259, 272
Шапшова Н.В.....	27
Шарафутдинов Д.И.....	87
Шахмаева К.Е.	266, 267
Швалёва А.В.....	92, 93, 94
Шевченко О.И.....	129
Шеколян И.И.....	126
Шекшеев М.А.	188, 189
Шеметов А.Б.	152

Шеметова Е.С.....	202
Шешуков О.Ю.....	83, 84
Шеянов А.А.....	329, 357
Шигапов И.Р.....	151
Ширкина Е.С.	185
Широков А.С.....	215, 216, 217
Ширяева Е.Н.	208
Шитов М.В.....	166
Шишкин В.И.	231
Шишкин И.В.	231
Шленкин С.А.....	191, 192, 193
Штапаук Д. В.....	49
Штомпель М.Е.	152
Шубина М.В.	88, 91
Шумакова А.С.....	120
Шурандин Е.В.....	204, 205

Щ

Щенникова В.А.....	108
--------------------	-----

Э

Эпова И.А.....	76, 226
----------------	---------

Ю

Юдин Д.В.....	90, 219, 226, 227
Юдина С.В.	73, 89, 90
Юмабаев А.А.....	108
Ютрин Д.А.....	55

Я

Язвенко А.М.	189
Якимчук Н.В.....	13
Яковлева Т.Б.	150
Якубова К.А.....	297
Янтурин А.Н.....	78
Яровиков Н.В.	360
Ячменёва В.В.....	320, 358, 359
Ящук С.В.....	130

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Совершенствование открытой и подземной геотехнологии»	3
Бурмистров К.В., Бакиев В.Р., Гайфуллин Г.А. Добыча твердых полезных ископаемых из-под воды	3
Бурмистров К.В., Трегубов А.А. Выбор модели карьерного автосамосвала с различными типами энергосиловых установок	4
Даушев Р.М., Кульсаитов Р.В., Кутлубаев И.М. Использование анкерной крепи для восприятия локальных проявлений горного давления	5
Аксанов А.А., Зубков А.А., Крехов Е.Н., Кутлубаев И.М. Особенности испытания металлических податливых рамных крепей	6
Зубков А.А., Новиков Е.В., Михайлова Г.В., Волков П.В. Технико-экономическое обоснование дифференциации нормативной прочности твердеющей закладки при камерно-целиковой системе разработки	7
Насыров Р.Ш., Жардемов К.Ж. Обоснование параметров донного выпуска при системе разработки с самообрушением руды и вмещающих пород.....	8
Симонов П.С., Борисов Д.А. Оценка воздействия горных работ на землепользование Челябинской области	9
Доможиров Д.В., Ильтинин Ю.К., Доможиров М.Д. Обоснование технологии производства буровзрывных работ на карьере в стесненных условиях вблизи охраняемых объектов	10
Доможиров Д.В., Ильтинин Ю.К., Борисов Д.А. Управление качеством минерального сырья на этапе подготовки горных пород к выемке сложноструктурных месторождений	11
Бурмистров К.В., Симонова Д.М., Михайлова Г.В. Исследование перспективы применения ЦПТ транспортирования горных пород на карьерах по добыче полезных ископаемых различной ценности	12
Понамарева Е.А., Якимчук Н.В., Вишняк А.И. Спектрометрия ядерного магнитного резонанса как инструмент прогноза мелкоамплитудных геологических нарушений в угольном пласте	13
Угольников Н.В., Караулов Н.Г., Симakov Д.Б., Самсонов В.В. К вопросу применения технологии нейронных сетей при открытой геотехнологии месторождений строительных горных пород	14
Караулов Н.Г., Угольников Н.В., Брызгалов М.А., Нужин С.Г. Исследование способов создания отрезных щелей при добыче блочного камня из прочных горных пород.....	15
Пыталев И.А., Бикбов Р.И., Сибгатуллина А.А. Оценка влияния организации работ на производительность углубки вертикальных стволов.....	16

Секция «Горные машины и транспортно-технологические комплексы»	17
Курочкин А.И., Добряков Д.А.	
Разработка технологий преобразования техногенных потоков в источники возобновляемой энергии для нужд горнопромышленных комплексов	17
Лукашук О.А., Маалаоуи Хамед	
Анализ режимов ручного управления перемещениями ротора карьерного роторного экскаватора	18
Салимов А.Э., Иванов С.Л.	
Оценка технического состояния трансмиссионных систем карьерных экскаваторов на основе анализа ферромагнитных частиц в масле	19
Макарова В.В.	
О влиянии квалификации машиниста на надежность ходового оборудования карьерного экскаватора	20
Гамаюнов С.Н., Гусева А.М., Жигульская А.И., Зюзин Б.Ф., Копенкина Л.В.	
Поверхностно-послойное фрезерование пнистых торфяных залежей: конструктивные решения для стабильного качества крошки	21
Курочкин А.И., Рыбаков А.Н.	
Повышение энергетической эффективности водоотливных установок при комбинированной геотехнологии рудных месторождений	22
Секция «Логистика и управление транспортными системами».....	23
Осинцев Н.А.	
Зелёная логистика в научной литературе: систематический обзор определений с 1999 по 2024 годы	23
Цыганов А.В.	
Постановка проблемы взаимодействия участников мультимодальной перевозки	24
Цыганов А.В.	
Описание отношений и взаимодействия участников мультимодальной перевозки	25
Корнилов С.Н., Фридрихсон О.В., Коваленко В.В.	
Анализ направлений развития городской транспортной системы на примере моногородов Челябинской области	26
Корнилов С.Н., Шапшова Н.В.	
Направления оптимизации работы автотранспортных предприятий в современных условиях	27
Кеня Е.А.	
Анализ зелёных технологий в логистике 5.0	28
Копылова О.А.	
Влияние цифровой трансформации отрасли на эффективность цепей поставок ..	29
Савинков Д.Д.	
Исследование схем доставки товаров из Китая в Россию	30

Чучкова К.С.	
Сокращение выбросов углекислого газа при переходе склада на электрическую погрузочно-разгрузочную технику.....	31
Фридрихсон О.В., Панченко О.О., Логунов И.В.	
Направления развития логистики обратных потоков	32
Фридрихсон О.В., Актаева Р.Р., Пыгалева О.А.	
Формирование свойства антихрупкости логистических систем к внешним и внутренним шокам.....	33
Фридрихсон О.В., Гильфанов М.В., Пыгалева О.А.	
Роль транспортно-логистической отрасли в достижении стратегических целей развития ДФО.....	34
Горбатов А.Д., Осинцев Н.А.	
Доставка «последней мили» в логистике и цепях поставок: обзор исследований.....	35
Галкин А.В., Пряхин В.А., Пыгалева О.А.	
Трансформация роли логистики в формировании новой потребительской ценности.....	36
Галкин А.В., Баскаков В.О., Логунов И.В.	
Цифровизация как инструмент повышения устойчивости транспортно-логистических систем	37
Галкин А.В., Слободнюк Д.Д., Логунов И.В.	
Многокритериальная оценка решений для управления промышленными железнодорожными перевозками	38
Токарев А.С.	
Анализ логистических моделей российских маркетплейсов.....	39
Крылов А.А., Рахмангулов А.Н.	
Технология блокчейн в логистике	40
Козлова Л.В., Рахмангулов А.Н.	
Задачи формирования и развития системы мультимодальных пассажирских перевозок в России.....	41
Чжоу Ц., Рахмангулов А.Н.	
Разработка транснациональной информационной платформы на основе блокчейна для западного коридора китайско-европейских железнодорожных экспрессов.....	42
Лукьянов В.А., Слободнюк Д.Д.	
Повышение адаптивности системы внутризаводских перевозок на металлургических предприятиях на основе сценарного подхода	43
Тамаровский В.Е., Осинцев Н.А.	
Современные тенденции и проблемы авторециклинга в России и за рубежом... ..	44
Секция «Геология, маркшейдерское дело»	45
Литвиненко Н.В., Идрисов А.Ф., Берсенева Е.М., Комзолова И.Н.	
Съемка очистных горных выработок лазерным сканером EFT SL1	45
Литвиненко Н.В.	
О погрешности определения объемов складов полезных ископаемых	46

Литвиненко Н.В., Барна П.А. Маркшейдерская съемка накопителей жидких промышленных отходов	47
Литвиненко Н.В., Халитов Р.Р. Анализ применения современного маркшейдерского оборудования: БПЛА Flaybiliti Ellos (Innospector), лазерного сканера Heron Lite, лазерного сканера CMS-V400 в условиях подземной разработки	48
Литвиненко Н.В., Штапаук Д. В. Анализ применения лазерного сканера GOSLAM RS100S при выполнении маркшейдерских работ на «Кутынская ГТК»	49
Колкова М.С., Колесатова О.С., Казиков К.В. Сравнительный анализ методов съемки структурной нарушенности массива горных пород: от контактных измерений к цифровому картированию	50
Колкова М.С., Колесатова О.С., Агапов Д.Е. Оценка влияния внешних условий на производство фотограмметрической съемки с использованием экшенкамеры	51
Романько Е.А., Агеев К.А. Анализ особенностей методов прогноза, предупреждения горных ударов на рудных месторождениях	52
Романько Е.А., Козин Е.В. Практика определения потерь и разубоживания на карьере «Железный» АО «Ковдорский ГОК»	53
Романько Е.А., Барбашенко Г.М. Выбор оптимального метода съемки подземных полостей с использованием современного геодезического оборудования	54
Секция «Обогащение полезных ископаемых и переработка техногенного сырья»	55
Горлова О.Е., Хардин И.С., Ютрин Д.А. Исследование эффективности отечественного реагента - флокулянта в процессе сгущения пульпы золотокварцевой руды	55
Горлова О.Е. Анализ эволюции передела рудоподготовки на российских обогатительных фабриках в 21 веке	56
Гмызина Н.В., Гмызин В.А. Улучшение экологической безопасности процесса флотации углей путем применения высокоэффективных флотореагентов	57
Гмызина Н.В., Дегодя Е.Ю., Рыбалкина У.В. Анализ современных тенденций цифровизации процессов обогащения полезных ископаемых	58
Гмызина Н.В., Петров А.Ю. Основные аспекты деятельности АО «Александрийская горнорудная компания»	59
Гришин И.А., Гробов Е.А. Термодинамическое обоснование щелочного выщелачивания отработанного алюмохромового катализатора ИМ-2201	60

Дегодя Е.Ю., Медяник Н.Л., Анисимова В.Е. Создание поверхностных моделей кальцийсодержащих минералов методом молекулярно-динамического моделирования.....	61
Дегодя Е.Ю., Медяник Н.Л., Анисимова В.Е. Оценка смачиваемости поверхности кальцийсодержащих минералов методом молекулярно-динамического моделирования.....	62
Кошкарров Д.А., Митрофанов А.А., Пепельшев Д.И., Макушев С.Ю., Черепанов Д.В., Гонтаренко Б.Ю., Метелкин А.А. Модель изменения параметров измельчения руд в начальный период загрузки шаров в МШЦ.....	63
Орехова Н.Н. Современные технологические решения для повышения глубины и комплексности обогащения медных и медно-цинковых руд	64
Сединкина Н.А., Шавакулева О.П., Хакова А.В. Изучение влияния способов обработки руд на раскрываемость минеральных зерен	65
Шавакулева О.П., Сединкина Н.А., Ступина А.Я. Минералогический анализ продуктов ультразвуковой обработки титаномагнетитовой руды	66
Посохина С.С., Смирнов А.Н. Анализ потенциала технологий переработки магнезиального сырья для повышения качества кальцинированной магнезии	67
Абдрахманов К.И., Орехова Н.Н. Анализ влияния формы и материала мелющих тел на эффективность измельчения.....	68
Абдрахманов Э.И., Орехова Н.Н. Анализ способа повышения долговечности футеровок дробильного оборудования.....	69
Белокрылова Д.А. Сорбционное выщелачивание золота: современные тенденции и технологические решения	70
Фадеева Н.В., Мацук А.П. Исследование влияния типа измельчающей среды на сохранность графитовых частиц и селективность флотации железографитовой пыли	71
Михайлов А.В., Данилов А.С., Гажов А.А. Анализ вязкости торфо-водяной суспензии.....	72
Секция «Современные проблемы аглодоменного производства»	73
Юдина С.В. Разработка мероприятий, компенсирующих отрицательное действие изменения крупности кокса на производительность доменных печей.....	73
Харченко А.С., Сибягуллина М.И., Харченко Е.О., Антонченко В.П., Свиридова М.А. Вариант развития процессов формирования чугуна и шлака в доменной печи при увеличении потребления природного газа совместно с улучшением кокса	74

Сибатуллин С.К., Харченко А.С., Харченко Е.О., Макарова И.В., Кузнецова Н.И., Антонченко В.П.	
Выявление действия дополнительного обогащения дутья кислородом на ход металлургического процесса	75
Харченко А.С., Бигеев В.А., Потапова М.В., Сысоев В.И., Эпова И.А., Свиридова М.А.	
Выщелачивание хрома из природно-легированных хромом и никелем железных руд	76
Сибатуллин С.К., Свечникова Н.Ю., Харченко Е.О., Кузьмина Е.Е., Багомедова У.М.	
Оценка действия на ход металлургического процесса увеличения показателя «У» угольной шихты до 22 мм	77
Сибатуллин С.К., Сысоев В.И., Решетова И.В., Логачёв Г.Н., Магасумов Г.З., Янтурин А.Н.	
Сравнительное диагностирование магнетитового и железосиликатного сырья проведением агломерации	78
Сысоев В.И., Решетова И.В., Макарова И.В., Посохин М.А., Кургузов К.В., Багомедова У.М.	
Исследование влияния количества минеральной связки в железорудном агломерате на показатели спекания и качество спека в условиях постоянной основности	79
Решетова И.В., Макарова И.В., Кургузов К.В., Свиридова М.А., Антонченко В.П.	
Оценка влияния связующей добавки на качество подготовки аглошихты и показатели процесса спекания	80
Магасумов Г.З., Багомедова У.М.	
Использование органического связующего при карботермическом обесцинковании пыли электросталеплавильного производства	81
Дзюба А.В.	
Утилизация замасленной окалины в доменной печи	82
Метелкин А.А., Шешуков О.Ю., Кошкарров Д.А., Савельев М.В., Егизарьян Д.К., Слепнев К.В.	
Развитие теории рафинирующих свойств оксидных расплавов	83
Кошкарров Д.А., Слепнев К.В., Шешуков О.Ю., Егизарьян Д.К., Метелкин А.А., Гулаков Н.Ю.	
Прогноз содержания серы в чугуна путём оценки десульфорирующих свойств шлака	84
Секция «Современные проблемы в химической технологии и металлургии. Физикохимия металлургических процессов»	85
Артюшечкин Д.А., Тиховидов А.С., Тукаев Д.С., Потемкин В.Ю.	
Исследование влияния содержания мелочи угольных концентратов на показатели механической прочности кокса	85
Волощук Т.Г., Кильдиярова Л.С.	
Выбор метода защиты аппаратуры бензольного отделения 1 блока ЦУПХП ПАО «ММК» от коррозии	86

Крылова С.А., Шарафутдинов Д.И., Алексеев Д.И. Исследование взаимосвязей между технологическими параметрами и механическими показателями качества кокса КХП ПАО «ММК».....	87
Махоткина Е.С., Шубина М.В., Шагабутдинова Д.И. Рациональное использование коксовой мелочи: получение активированного угля	88
Свечникова Н.Ю., Петухов В.Н., Береснева М.В., Егорова Л.Г., Юдина С.В., Пушкарева И.Ю., Осин Н.С. Разработка базы данных «Каменные угли и реагенты для их флотации».....	89
Свечникова Н.Ю., Мазова А.В., Залилов Р.В., Уразаков Е.Т., Мазов А.В., Юдина С.В., Юдин Д.В. Интенсификация процесса замедленного коксования смеси каменноугольной смолы и низкосернистого мазута с помощью углекислого газа	90
Шубина М.В., Махоткина Е.С., Тайсина С.М., Сивухина А.И. Исследование возможности регенерации отработанного индустриального масла И-40	91
Швалёва А.В., Егорова П.А. Моделирование реакции Белоусова-Жаботинского в MATLAB на основе схемы «Орегонатора»	92
Швалёва А.В., Ильин Д.С. Решение задачи распространения тепла в греющей стене камеры для коксования	93
Швалёва А.В., Стреляева К.В. Моделирование процесса дробления металлургического кокса при испытаниях в микум-барабане	94
Алексеев Д.И., Тисленко М.Е. Исследование взаимосвязей между фракциями валового металлургического кокса	95
Алексеев Д.И., Халлик А.С. Применение программы «SIMINTECH» для моделирования сложных химических реакций	96
Волков А.И., Стулов П.Е., Краснянская И.А. Получение вольфрамсодержащих ферросплавов и лигатур из техногенного сырья	97
Волков А.И. Состояние и перспективы развития хромовой отрасли	98
Масалимов А.В. Комплексный цифровой двойник коксохимического производства: от модели к новому технологическому циклу	99
Масалимов А.В., Степанова М.Н. Применение гранулированной добавки в шихту коксования на основе каменноугольных фусов	100

Секция «Современные проблемы литейного производства»	101
Лыскович А.А., Баженов В.Е.	
Разработка высокотеплопроводного литейного алюминиевого сплава	101
Феоктистов Н.А., Маркевич А.В., Ершова О.С.	
Применение метода анализа иерархии для оценки выбора подрядчика по модернизации вальцетокарных станков.....	102
Завалищин А.Н., Феоктистов Н.А., Рядцких В.А.	
Разработка металлургических основ изготовления литых опорных валков ...	103
Феоктистов Н.А., Ахметов И.И.	
Литье по газифицируемым моделям: сущность технологии и актуальные проблемы	104
Потапов И.М., Белкин Д.Е., Зарицкий Б.Б., Марочкин В.О., Резник М.Д., Потапов М.Г.	
Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства высокохромистого чугуна, легированного ванадием	105
Волков С.Ю., Потапов М.Г., Трегубов Д.А., Гулаков А.А.	
Сравнительный анализ износостойкости материалов для рабочего слоя сортопрокатных валков	106
Глиныйлюк Е.М.	
Получение высококачественной заготовки (литого слитка) для дальнейшейковки под валки холодной и горячей прокатки	107
Щенникова В.А., Юмбаев А.А., Чернов В.П.	
Тепловые условия выделения графитовой фазы в рабочем слое прокатного валка ЛПХНД-71	108
Санарова И.Ю., Санаров Е.В., Андреев С.М.	
Повышение эксплуатационной стойкости центробежнолитых биметаллических опорных валков с использованием цифрового двойника	109
Санарова И.Ю., Санаров Е.В., Андреев С.М.	
Интеллектуальное управление качеством при центробежном литье и термической обработке биметаллических опорных валков на основе искусственного интеллекта	110
Башарова А.А., Маркевич А.В.	
Анализ применения магнитопорошковой дефектоскопии в обеспечении качества ножей на различных этапах технологического процесса в условиях ООО «МРК»	111
Понамарева Т.Б.	
Дифференцированное определение газотворности противопригарного покрытия для оценки влияния компонентного состава на разные источники газообразования.....	112
Савинов А.С., Михалкина И.В., Фочина К.В.	
Прогнозирование нарастания рабочего слоя опорных валков в зависимости от тепловых условий формирования	113
Рева Д.В., Прусов Е.С.	
Термодинамическое моделирование фазообразования в системе Al–Mg–Si–Ti–Li при синтезе литых алюмоматричных композитов.....	114

Зарицкий Б.Б., Осипова О.А. Прогнозирование напряжений в стальной цилиндрической заготовке при термической обработке.....	115
Руденко Т.А., Кривенков И.В. Увеличение производительности участка мелкого и среднего литья (линия ХТС) ЛЦ (увеличение количества производства форм на линии ХТС мелкого и среднего литья).....	116
Ровин С.Л., Хамроев В.Б. Исследование возможности применения отходов олова при выплавке свинцовых сплавов.....	117
Ровин С.Л., Хамроев В.Б. Использование собственных техногенных отходов для экзотермических смесей при получении стальных отливок.....	118
Секция «Материаловедение и термическая обработка металлов и сплавов»... 119	
Григоренко Е.Д. Технология упрочнения режущего инструмента	119
Шумакова А.С. Великий русский металлург П.П. Аносов.....	120
Сычков А.Б., Савченко С.А. Методика качественного расчета стехиометрической формулы карбидов в стали ШХ15	121
Зубаирова И.А., Новиков А.В., Малыш С.В., Рамазанов А.Н., Дементьев А.В., Атангулова Г.Я. Особенности восстановительного ремонта деталей ГТУ из сплавов на кобальтовой основе	122
Атангулова Г.Я., Зубаирова И.А., Малыш С.В., Рамазанов А.Н., Дементьев А.В., Сычков А.Б. Нанесение защитного металлического покрытия методом HVOF на детали газотурбинных установок из коррозионностойких марок сталей.....	123
Зубаирова И.А., Сабитов А.Р., Новиков А.В., Малыш С.В., Рамазанов А.Н., Дементьев А.В., Атангулова Г.Я. Исследование микроструктуры и механических свойств наплавленного слоя порошком LYF36	124
Чукин М.В., Копцева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Потапов И.М. Оценка неоднородности свойств холоднокатаной ленты по термоЭДС	125
Петроченко Е.В., Молочкова О.С., Шеколян И.И. Повышение стойкости компонентов грунтовых центробежных насосов	126
Владимирова Ю.О., Шалунов Е.П. Формирование резьбы на дисперсно-упрочненных композиционных материалах на основе меди	127
Василенко О.Н., Елизарьев А.И., Митрофанов А.А., Пузырев С.С., Галимьянов И.К., Журавлева Е.Р. Новый подход к контролю объёмной твердости как инструмент повышения ресурса стальных мелющих шаров.....	128

Журавлева Е.Р., Шевченко О.И., Митрофанов А.А., Пузырев С.С., Галимьянов И.К.	
Исследование структуры мелющих шаров из ванадиевого чугуна	129
Голованов М.А., Ящук С.В., Вологжанина Е.В.	
Влияние времени изотермической выдержки на окалинообразование и угар высоколегированной стали.....	130
Шайхутдинова И.И.	
Совершенствование контроля качества алюминиевых отливок с помощью технологий компьютерного зрения и машинного обучения	131
Чематрук В.Л., Шалунов Е.П.	
Применение дисперсно-упрочненной меди в электродах-инструментах при электроэрозионной прошивке различных металлов и сплавов	132
Секция «Машины, агрегаты и процессы металлургического производства»	133
Тютеряков Н.Ш.	
Совершенствование конструкций валковой арматуры сортовых станов ПАО «ММК» с целью повышения надежности и долговечности.....	133
Анцупов А.В. (мл.), Анцупов А.В., Анцупов В.П., Барынин Д.В., Снигур Д., Лучко С.С.	
Новая модель для аналитической проектной оценки долговечности цилиндрических зубчатых зацеплений по критерию контактной усталости. 134	
Анцупов А.В. (мл.), Анцупов А.В., Анцупов В.П., Снигур Д., Барынин Д.В., Очеретько М.А.	
Методика аналитической оценки текущего остаточного ресурса зубчатых зацеплений по критерию износостойкости зубьев	135
Смолкин Д.А., Снигур Д., Барынин Д.В.	
Методика аналитической оценки остаточного ресурса шарниров УШ по критерию износостойкости вкладышей скольжения	136
Анцупов А.В. (мл.), Анцупов А.В., Анцупов В.П., Смолкин Д.А., Пазуха В.А.	
Методика аналитической оценки остаточного ресурса вкладышей опор уравнивания шпинделей по критерию их износостойкости	137
Тютеряков Н.Ш.	
Анализ износостойкости деталей валковой арматуры стана 450, 370, 170 ПАО «ММК» с целью создания отечественных аналогов.....	138
Огнева Е.М.	
Моделирование эксплуатации геотекстильной сетки из метастабильных аустенитных сталей.....	139
Константинов Д.В., Корчунов А.Г., Огнева Е.М.	
Оценка перспектив применения фибры из метастабильных сталей в бетонных композитах.....	140
Усатая Т.В., Аксенов Т.А.	
Применение информационных технологий при подготовке конструкторской документации для проектирования металлургического оборудования	141

Слободянский М.Г. Проектирование шлюзового питателя с учетом обеспечения требуемого уровня долговечности на основании результатов микроструктурного моделирования напряженного состояния материалов наиболее ответственных элементов конструкции.....	142
Конев С.В., Кенарь Е.В., Куликов С.С. Моделирование напряжений в твердых телах поляризационно-оптическим методом и методом конечных элементов.....	143
Андросенко М.В., Аксенов Т.А., Куликов С.В., Савельева И.А., Рябенко А.В. Математическое моделирование процесса вторичного охлаждения в сортовой машине непрерывного литья заготовок	144
Андросенко М.В., Аксенов Т.А., Куликов С.В., Савельева И.А., Рябенко А.В. Математическое моделирование и повышение стойкости кристаллизаторов в непрерывном литье заготовок	145
Засухина Е.А., Ганин Д.Р. Модернизация коксовых грохотов доменного цеха АО «Уральская сталь»..	146
Подусовская М.О., Ганин Д.Р. Модернизация конвейера участка погрузки шлама агломерационного цеха АО «Уральская сталь»	147
Олейник Д.Г., Корчунов А.Г. Оценка долговечности матрицы для холодной объемной штамповки болтов с фланцем при малоцикловом усталостном разрушении	148
Першин О.В., Орлов Г.А., Раскатов Е.Ю., Булганина М.Ю. Разработка методики качественной оценки проверки оборудования трубопрокатных агрегатов на технологическую точность	149
Яковлева Т.Б., Баскаков Е.С. Реверс-инжиниринг: восстановление сложных сегментов и уникальных изделий в производстве	150
Шигапов И.Р. Освоение новой продукции, восстановление ролика конвейерного ЭСПЦ, импортозамещение, модификация конструкции	151
Штомпель М.Е., Шеметов А.Б. Освоение изготовления новой сторонней продукции «Ванны травильные 1200 для ООО «АМИКСТАЛЬМОСТ»	152
Секция «Развитие теории и технологии процессов обработки металлов давлением и глубокая переработка металлов».....	153
Пустовойтов Д.О., Песин А.М. Уточненная модель Леванова для описания контактного трения при листовой прокатке со скоростной асимметрией	153
Лукьянов Е.Д., Пустовойтов Д.О. Моделирование влияния скоростной асимметрии на напряженное состояние металла в очаге деформации с учетом упругого сплющивания рабочих валков..	154

Песин И.А., Сверчков А.И., Барышникова А.М., Бахчиев А.Д. Разработка способов повышения технологической пластичности высокоуглеродистых марок стали при асимметричной прокатке.....	155
Бирюков М.А., Локотунина Н.М. Повышение эффективности технологий производства горячекатаного проката из нержавеющей сталей в России	156
Бирюкова О.Д., Пустовойтов Д.О., Могильных А.Е. Конечно-элементное моделирование процесса асимметричной прокатки биметаллических листов на основе алюминиевых и магниевых сплавов.....	157
Рашевский К.А., Барышникова А.М., Лукьянов Е.Д. Исследование изменения температуры металла при асимметричной прокатке на стане 400	158
Песин А.М., Лактионов А.А., Бирюкова О.Д., Песин И.А., Носов Л.В. Оценка влияния режимов асимметричной горячей прокатки на механические характеристики низкоуглеродистой стали	159
Лукьянов Е.Д., Песин А.М., Локотунина Н.М. Исследование закономерностей формирования напряженно-деформированного состояния металла при асимметричной прокатке в двух- и многовалковых клетях с косорасположенными калибрами	160
Локотунина Н.М., Барышников П.М. Исследование процесса асимметричной прокатки высокоуглеродистых сталей с перспективой применения в трехвалковом калибре.....	161
Барышникова А.М., Песин И.А., Носов Л.В., Могильных А.Е. Асимметричная деформация как способ управления структурой низкоуглеродистых сталей при холодной и горячей прокатке.....	162
Носов Л.В., Бахчиев А.Д. Влияние скоростной асимметрии при листовой прокатке на механические свойства низкоуглеродистых сталей	163
Бирюкова О.Д., Бирюков М.А., Карманов Т.А., Жевненко В.В. Исследование влияния двух факторов асимметрии при горячей прокатке на свойства стали 09Г2С.....	164
Седлецкая О.В., Полякова М.А. Использование системного подхода для проектирования технологического процесса производства стержневых крепежных изделий	165
Шитов М.В., Румянцев М.И., Завалищин А.Н. Возможности и целесообразность повышения редуцирующей способности по ширине черновой группы ШСГП 2000 ПАО «ММК»	166
Румянцев М.И., Завалищин А.Н., Ожгихин Н.Д. Особенности выбора суммарного обжатия при производстве жести электролитического лужения	167
Румянцев М.И., Завалищин А.Н. Выбор температур окончания прокатки и смотки в задачах инжиниринга интеллектуальных технологий производства широкополосной горячекатаной стали	168

Зайнуллин А.И., Харитонов В.А. Способы оценки напряженного состояния стальных канатов	169
Мелихов Е.Д., Харитонов В.А., Усанов М.Ю. Применение асимметричной прокатки для повышения эффективности производства углеродистой проволоки	170
Усанов М.Ю., Мелихов Е.Д. Эффективность применения волочения в монолитных волоках в совмещенных и комбинированных способах производства проволоки	171
Глотов И.Д., Левандовский С.А. Развитие концепции разработки цифрового двойника технологических процессов сортовой прокатки на стане 170 ПАО «ММК»	172
Ильясов И.З., Левандовский С.А. Испытания катанки, произведенной на стане 170 ПАО «ММК» в результате промышленных экспериментов на основе коррекции режимов охлаждения в линии Стелмор.....	173
Мосабаев Р.В., Левандовский С.А. Потенциал развития цифровых решений в условиях технологии производства на стане 1-5×300-1650 ПАО «ММК».....	174
Толстых Д.С. Применение цифрового двойника на стане 170 в условиях формирования стратегии развития (ПАО «ММК»)	175
Конев С.В., Завалицин А.Н., Румянцев М.И. Исследование НДС дендритного слоя сляба при прокатке на толстолистовом стане	176
Ульянов С.А., Харитонов В.А., Иванцов А.Б. Конечно-элементное моделирование процесса безоправочной навивки стальных пружин по схеме «сжатие + изгиб»	177
Савва А.Д., Моллер А.Б. Расширение опыта формирования цифровых двойников на участок прокатного стана	178
Назаров Д.А., Моллер А.Б. Постановка задачи уточнения термокинетических диаграмм распада аустенита стали марок 70-80.....	179
Пивоварова К.Г., Тагирова В.М. Оптимизированная модель машинного обучения для прогноза комплекса механических свойств холоднодеформированного проката	180
Пивоварова К.Г. Комплексная оценка трибологических и термоокислительных характеристик жидких волоочильных смазок для калибрования проката после дробеструйной обработки.....	181
Пивоварова К.Г., Шамшурина И.А. Повышение конкурентоспособности холоднокатаного горячеоцинкованного проката с полимерным покрытием на основе совершенствования технологического процесса его производства.....	182

Харламов И.А., Болобанова Н.Л. Диагональная волна как особый вид неплоскостности при холодной прокатке: механизм и методы управления	183
Исякаев К.Т., Логинов Ю.Н. Скоростные параметры плоской горячей прокатки алюминиевых сплавов ...	184
Ширкина Е.С., Болобанова Н.Л. Исследование и настройка параметров роликовой правки для повышения плоскостности горячекатаных полос.....	185
Ковшикова А.А., Болобанова Н.Л. Управление процессом окалинообразования для улучшения качества поверхности листового проката из стали 10ХСНД.....	186
Головизнин С.М. Остаточные напряжения при волочении проволоки	187
Секция «Технологии и машины обработки давлением, сварки и машиностроения: актуальные проблемы развития и совершенствования».....	188
Шекшеев М.А., Куприянова О.А., Мирзаев А.Ш., Ильясов И.И. Исследование стабильности горения сварочной дуги покрытых электродов с модифицирующей добавкой.....	188
Шекшеев М.А., Язвенко А.М., Столяров А.Ю., Корчунов А.Г. Сварочно-технологические свойства перспективных марок проволок малого диаметра.....	189
Михалев А.В., Платов С.И., Лернер М.М., Михалев С.В. Развитие конструкций системы промежуточный ковш – кристаллизатор – зона деформации машины непрерывного литья и деформации.....	190
Платов С.И., Точилкин В.В., Крупнов Л.В., Шленкин С.А. Рационализация гидравлических и пневматических систем металлургического оборудования	191
Точилкин В.В., Крайний И.В., Михалев С.В., Шленкин С.А. Развитие манипулятора системы сталеразливочный ковш – промежуточный ковш – кристаллизатор МНЛЗ	192
Точилкин В.В., Михалев С.В., Шленкин С.А. Совершенствование манипулятора машины газовой резки МНЛЗ	193
Огарков Н.Н., Звягина Е.Ю. Определение величины поврежденного слоя рабочих прокатных валков дрессировочного стана	194
Звягина Е.Ю., Огарков Н.Н. Определение прочности сцепления на поверхностях, смоделированных различными микровыступами.....	195
Звягина Е.Ю., Огарков Н.Н. Моделирование единичных микровыступов детерминированной шероховатости с оценкой адекватности реальной шероховатости поверхности валков дрессировочных станов	196

Михайлицын С.В., Мирзаев А.Ш., Ильясов И.И. Особенности влияния компонентов электродных покрытий на сварочно-технологические свойства	197
Кургузов С.А., Стучилин А.О. Разработка технологической оснастки для повышения точности и производительности изготовления шлицевых валов	198
Кургузов С.А., Стучилин А.О. Техническое развитие современных станков с ЧПУ	199
Кургузов С.А., Стучилин А.О. Совершенствование технологии изготовления болтов с калиброванной поверхностью	200
Столяров А.Ю., Тухветова Л.М., Новикова Т.А. Совершенствование режимов дробеструйной обработки поверхности горячекатаного проката перед волочением.....	201
Терентьев Д.В., Шеметова Е.С., Усанов М.Ю., Платов С.И. Повышение эффективности производства биметаллической проволоки на основе применения математического моделирования	202
Фасхитдинова Ю.Р. Анализ эксплуатационной стойкости механического оборудования сортопрокатных станов.....	203
Дема Р.Р., Плотников Е.А., Шурандин Е.В., Буренков А.С., Дураков М.А. Развитие методологических подходов, направленных на совершенствование технологии и оборудования при производстве проката	204
Дема Р.Р., Амиров Р.Н., Латыпов О.Р., Плотников Е.А., Шурандин Е.В., Буренков А.С., Дураков М.А. Современное состояние и перспективы развития прокатного производства .	205
Латыпов О.Р., Колдин А.В., Амиров Р.Н. Определение теплофизических свойств сталей	206
Колдин А.В., Левко П.М., Дема Р.Р., Латыпов О.Р., Буренков А.С., Дураков М.А. Математическая модель теплового состояния кокиля машины центробежного литья прокатных валков	207
Ширяева Е.Н. Особенности установления показателей качества металлопродукции на основе теоретических и экспериментальных исследований.....	208
Амиров Р.Н., Осипенко А.А. Формирование стратегии технического обслуживания и ремонта ее компонентов.....	209
Лаговская Е.В., Фидаров Б.Ф. Современные тенденции совершенствования технологии сгущения в горнодобывающей промышленности	210
Фидаров Б.Ф., Лаговская Е.В. Мониторинг процесса сгущения на основе комплексного анализа технологических параметров	211

Ран М.А., Макаров В.Ф. Определение температуры при «твердом» точении закаленной цементированной стали 12Х2Н4А.....	212
Куфаев В.Г. Технологические возможности магнитно-абразивной обработки в области триботехники.....	213
Першин О.В., Раскатов Е.Ю., Булганина М.Ю. Исследование российского сегмента документов интеллектуальной собственности в области винтовой прокатки и прошивки на основе патентной аналитики.....	214
Фазлетдинова Р.Н., Широков А.С. Разработка и изготовление универсальной оснастки для сборки металлоконструкций в условиях ООО «МРК» (с приложением расчета экономического эффекта).....	215
Хомченко А.Х., Широков А.С. Обоснование и эффективность внедрения базового механообрабатывающего оборудования в условиях ЦМП ООО «МРК».....	216
Кузьменков А.О., Широков А.С. Инновационные подходы к расширению номенклатуры ООО «МРК» для работы с нефтегазоперерабатывающей отраслью – разработка технологии производства емкостей для транспортировки и хранения в условиях «ЦМП».....	217
Секция «Современные проблемы сталеплавильного производства».....	218
Михневич А.С., Столяров А.М. Науглероживание литейной стали при раскислении.....	218
Засов Н.Е., Столяров А.М., Юдин Д.В. Защитные экраны для кристаллизаторов слябовой МНЛЗ.....	219
Ключников И.А., Столяров А.М. Сравнение показателей работы комбинированной МНЛЗ при отливке слябов разной ширины.....	220
Бигеев В.А., Майданкин К.С. Десульфурация чугуна в доменной печи: механизмы, управление факторами и современные тенденции.....	221
Исаев М.К., Манашев И.Р. Совершенствование технологий обработки и модифицирования стали новыми кальцийсодержащими материалами.....	222
Сычков А.Б., Бигеев В.А., Зайцев Г.С. Особенности обеспечения качества высокоуглеродистой стали в условиях ПАО «ММК».....	223
Масальский Л.С., Масальская А.С., Масальский С.С. Применение брикетов концентрата молибдена для прямого легирования металла в конвертере.....	224
Масальский Л.С., Масальский С.С., Масальская А.С. Разработка основных параметров цифрового двойника системы конвертерной плавки.....	225

Потапова М.В., Юдин Д.В., Майданкин К.С., Посохин М.А., Эпова И.А., Кургузов К.В., Глушец А.А.	
Производство стали марки 40ХСНМ с применением никельсодержащих ферросплавов, полученных из комплексного сырья	226
Нургалин А.Г., Потапова М.В., Юдин Д.В., Потапов И.М., Посохин М.А.	
Расчет конвертерной плавки для различных шихтовых условий	227
Кошкарлов А., Бигеев В.А.	
Факторы, влияющие на содержание кислорода в жидкой стали при ковшевой обработке	228
Аникеев В.В., Зонненберг Н.Н.	
Полунепрерывное литье полых слитков для производства полых поковок ..	229
Аникеев В.В., Зонненберг Н.Н.	
Полунепрерывное литье слитков с вращением кристаллизатора	230
Секция «Строительные материалы и изделия»	231
Шишкин И.В., Шишкин В.И.	
Возможность утилизации отходов чёрной металлургии в технологии вяжущих веществ.....	231
Кожевникова К.Д.	
Применение гранулированного шлака для создания эффективных теплоизоляционных штукатурных смесей	232
Косарева Е.Р.	
Разработка рецептуры и технологии производства высококачественного белого портландцемента с добавками	233
Соколовский П.Л.	
Повышение качества работы системы пневмоперемешивания в шламовых бассейнах	234
Хамидулина Д.Д., Некрасова С.А., Рыскина Е.С.	
Получение вторичного гипса на металлургических предприятиях	235
Хамидулина Д.Д., Некрасова С.А.	
Подбор состава набивных смесей для футеровки индукционных печей	236
Булатов С.В., Дергунов С.А., Горбачёв В.С., Горбачев С.В.	
Способы внедрения искусственного интеллекта в процессы технического осмотра для снижения трудозатрат и сокращения времени проведения обследования	237
Дергунов С.А., Сериков С.В., Спирина А.Ю., Федосеев Г.В.	
Комплексная оценка качества и технологических процессов производств	238
Дергунов С.А., Ольховая Т.А., Спирина А.Ю., Федосеев Г.В., Хвалев П.С.	
Проблема кооперации вузов с предприятиями реального сектора экономики..	239
Секция «Промышленное и гражданское строительство»	240
Астафьева М.А., Лихидько М.А.	
Расчетные сопротивления бетона и стали для расчета прочности сжатых трубобетонных элементов	240

Астафьева М.А., Асадов Т.З. Особенности напряженно-деформированного состояния трубобетонных колонн квадратного сечения	241
Астафьева М.А., Морозов М.С. Методика экспериментальных исследований сжатых трубобетонных элементов квадратного сечения	242
Азаров А.П. Технология предикативного планирования при строительстве складов в условиях крупного промышленного предприятия	243
Варламов А.А. Сравнение диаграмм бетона и железобетона.....	244
Варламов А.А., Варламов А.А. Время, согласно теории деградации	245
Варламов А.А. Результаты испытания микрообразцов бетона	246
Головачев А.В. Рекомендации по контролю качества строительных металлоконструкций зданий и сооружений на опасных производственных объектах с применением метода ультразвукового контроля	247
Горбунова О.Ю., Трубкина И.В. Снижение дефицита кадров в строительстве.....	248
Горбунова О.Ю., Воронин К.М. Устойчивость и адаптация строительной отрасли в условиях внешних вызовов	249
Горбунова О.Ю., Пичугин Д.С. Рост зарплат в строительстве	250
Дерябин Д.И., Наркевич М.Ю. Развитие метода интегративной оценки качества зданий и сооружений на опасных производственных объектах: гармонизация требований безопасности.....	251
Еремин К.И., Еремин Г.К., Нащекин М.В. Комплексная безопасность зданий и сооружений. Системный подход и направления научных исследований	252
Еремин К.И., Еремин Г.К., Нащекин М.В. Усталостные трещины в стальных резервуарах: механизмы образования, диагностика, методы противодействия	253
Забитов Р.М., Трубкина И.В., Трубкин И.С. Результаты обследования технического состояния здания цеха подготовки вагонов на опасном производственном объекте металлургического предприятия.....	254
Кришан А.Л. Основные недостатки методик расчета несущей способности сжатых трубобетонных элементов по нормам РФ и зарубежных стран	255
Кришан А.Л., Каримуллин Т.Т. Численное моделирование НДС вращенно сжатых трубобетонных элементов в ПК ANSYS	256

Кришан А.Л., Ишимов К.Е. Численное моделирование НДС центрально сжатых трубобетонных элементов в ПК ANSYS	257
Корниенко В.Д., Елесина Е.В. Обработка графической информации как инструмент повышения эффективности функционирования системы мониторинга технического состояния опасных производственных объектов	258
Панфёрова О.Ю., Шаповалов Э.Л. Особенности расчёта стропильных ферм покрытия	259
Пермяков М.Б., Осипов Н.А. Научно-производственные подходы в строительстве.....	260
Пермяков М.Б., Краснова Т.В., Будакова А.В. Роль и значение компьютерных технологий в обучении профессиям строителей, архитекторов и дизайнеров	261
Пермяков М.Б., Пашков Е.И. Технико-экономическое сравнение вариантов устройства огнеупорной футеровки	262
Наркевич М.Ю., Луганская Д.А. Методы и алгоритмы обработки информации в системе управления промышленной безопасностью в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты	263
Роменская А.М. Проект здания спортивно-тренировочной базы в городе Феодосия, Республика Крым.....	264
Сагадатов А.И. Определение твердости стали несущих элементов колонн	265
Шахмаева К.Е., Струев Н.И. Влияние архитектурной среды на образ жизни человека	266
Хачин И.А., Шахмаева К.Е. Особенности проектирования современных лечебно-профилактических учреждений.....	267
Хрикин В.В. Технология устройства мягких кровель с использованием вторично переработанных ресурсов.....	268
Цывкина П.С. Оценка долговечности промздания	269
Чикота С.И. Конструктивные решения наружных стен многоквартирных жилых зданий г. Магнитогорска до индустриализации строительства.....	270
Чернышева А.С., Наркевич М.Ю. Процессная модель информационного наполнения тим-модели промышленного здания на стадии эксплуатации	271
Шаповалов Э.Л., Панфёрова О.Ю. Особенности определения технического состояния элементов стальных конструкций по нормативным документам	272

Секция «Урбанистика и городское планирование»	273
Копытова А.В., Суровцов М.М.	
Влияние архитектурной среды на эмоциональное состояние социума. Звук .	273
Морева Ю.А., Кротов И.А.	
Анализ механизмов защиты застройщика от финансовых кризисов в строительной отрасли	274
Лисняк Е.В., Родионова А.А.	
Влияние изменения климатических условий на жилой комплекс	275
Манашенкова В.А., Суровцов М.М.	
Проблемы и перспективы развития городов севера: влияние изменения климата на вечную мерзлоту и инженерную инфраструктуру.....	276
Нургалина Э.С., Родионова А.А.	
Анализ жизненного цикла жилого здания	277
Морева Ю.А., Пазуха А.С.	
Цифровые практики повышения интереса подростков к истории и культуре родного города на примере города Магнитогорска	278
Родионова А.А., Петухова А.Д.	
Право подростков на город: анализ конфликтности среды и механизмы создания легитимных пространств (на примере Магнитогорска).....	279
Морева Ю.А., Распопин М.С.	
Современные технологии модернизации бордюрного камня в городской среде.	280
Сибгатуллина А.А., Бикбов Р.И., Родионова А.А.	
Тенденции изменения температуры воздуха в Магнитогорске за период 1949–2024 гг.	281
Смоленцева И.А., Суровцов М.М.	
Качественное проектирование и оформление дизайн-проектов благоустройства: ключевые аспекты и актуальные тенденции.....	282
Харлов Д.А., Родионова А.А.	
Оценка изменения микроклимата жилых зданий промышленных городов под влиянием глобального потепления	283
Церетели В.А., Суровцов М.М.	
Интеграция нейросетевых инструментов в процесс проектирования жилого района: от генерации планировочных вариантов к верификации и визуализации	284
Чикунев Г.И., Суровцов М.М.	
Проблема симбиоза старой и новой архитектуры в контексте исторической застройки городов	285
Секция «Актуальные проблемы архитектуры, дизайна архитектурной среды и пластических искусств».....	286
Барышникова М.Ю., Горбунов Н.Е.	
Дизайн-концепция экопункта на территории внутриквартальной площадки ТБО	286
Барышникова М.Ю., Емельянова В.М.	
Проект площадки ТБО в 113-м микрорайоне г. Магнитогорска.....	287

Барышникова М.Ю., Копылов К.С. Концепция современной площадки ТКО как элемента качественной городской среды	288
Веремей О.М., Ахметова А.Р. Дворец водных видов спорта в городе Магнитогорске	289
Веремей О.М., Исаева А.Д. Создание многоэтажного жилого дома	290
Веремей О.М., Кузнецова Е.С. Проектирование оздоровительно-рекреационного центра в составе туристического комплекса на реке Белая.....	291
Деменев Д.Н., Дегтярев Е.В. Истина и художественная правда в искусстве.....	292
Деменёв Д.Н. Почему синтез искусств не может быть синкретизмом?	293
Деменёв Д.Н., Сафонова К.О., Копылов К.С. Архитектура как средство манипуляции.....	294
Котельникова Н.Е., Султанбаева А.Г. Этнокомплекс отдыха на берегу озера Калкан	295
Котельникова Н.Е., Файзуллина А.В. Архитектурная концепция многофункциональной туристической базы с центром конного туризма в долине реки Зилим	296
Котельникова Н.Е., Якубова К.А. Принципы формирования комфортной жилой среды в условиях крупного промышленного центра (на примере г. Магнитогорска)	297
Лейченкова А.В., Калмурзина Л.Р. Гостиничный комплекс в г. Стерлитамаке	298
Лейченкова А.В., Колесникова Т.А. Комплекс водно-гребных видов спорта в городе Магнитогорске	299
Лейченкова А.В., Лунева Д.Д. Астрокосмический центр в г. Челябинске	300
Матвеева В.С., Ионова Е.Н. Проектирование спального комплекса санатория на территории Республики Башкортостан	301
Матвеева В.С., Сусанина А.И. Центр прогресса бокса и тенниса в г. Уфа Республики Башкортостан	302
Новикова Т.В., Алашеева Е.А. Архитектурный проект детского спортивно-оздоровительного лагеря	303
Новикова Т.В., Держаева П.С. Проектирование современного лыжно-спортивного комплекса (на примере территории Ачинского городского округа)	304
Новикова Т.В., Гареев Д.У. Многоквартирная жилая застройка по ул. 50-летия Магнитки.....	305

Подобреева Е.К., Субачева Е.В. Проектирование архитектурного комплекса «Музыкальный квартал» на территории бывшего кинотеатра «Современник» в г. Магнитогорске	306
Подобреева Е.К., Нигматуллин И.З. Развитие территории поселка Джабык (Карталинский район) для повышения комфорта локальной компании, привлечения новых жителей.....	307
Подобреева Е.К., Терентьева А.Е. Архитектурный проект «Гостиничный комплекс в городе Магнитогорске» .	308
Савостьянова Ю.А., Абубакирова М.Д. Обзор монументальных произведений, выполненных в технике сграффито в Магнитогорске.....	309
Савостьянова Ю.А., Киян К.А. Вклад в архитектурный облик Магнитогорска В.Н. Богуна.....	310
Савостьянова Ю.А., Мурашов К.Н. Архитектурные проекты В.С. Пономарева.....	311
Ульчицкий О.А., Александрова К.А. Концепция площадки ТБО в 12-м микрорайоне г. Магнитогорска	312
Ульчицкий О.А., Суфиева К.Р. Современное проектное решение площадки ТКО на территории жилого микрорайона	313
Ульчицкий О.А., Чесакова Е.Л. Проект площадки ТБО в 129-м микрорайоне г. Магнитогорска.....	314
Хисматуллина Д.Д., Муллина Д.Д. Влияние эволюции архитектурных стилей на дизайн фасадных вывесок	315
Хисматуллина Д.Д., Муллина Д.Д. Проблема стилизации фасадных вывесок с учетом архитектурного стиля города Магнитогорска	316
Хисматуллина Д.Д., Загайнова Д.М. Создание многозонального научного экологического центра с функцией переработки загрязнённых ресурсов в городе Магнитогорске	317
Секция «Дизайн»	318
Антоненко Ю.С., Дредитова А.А. Организация зимней площадки для массовых мероприятий в городском курорте «Притяжение»	318
Антоненко Ю.С., Нажиметдинова А.Р. Модернизация предметно-пространственной среды учебно-методического кабинета	319
Белова Е.Л., Афиренко Д.С., Ячменёва В.В. Репрезентация исторических архитектурных построек города Челябинска...	320
Белова Е.Л., Жданова Н.С. Процесс создания настольной игры на специальности 54.02.01. Дизайн (по отраслям)	321
Белова Е.Л., Жданова Н.С. Художественная организация и выявление заданного пространства	322

Богданов Д.В., Гук Ю.К., Борзенко А.К., Хмелев А.В. Создание трехмерных имитаций как важный навык для специалиста из сферы рекламы и дизайна в современных условиях.....	323
Булыненко С.Е. Альтернативные экоматериалы нового поколения для производства крафт-пакетов	324
Верстова В.К. Инновационные подходы в изучении колористики у будущих дизайнеров..	325
Гарасевич Д.С. Цифровое моделирование элементов экодизайна с использованием орнаментальных композиций	326
Екатериноушкина А.В. Формирование нестандартных подходов в решении проектных задач	327
Григорьев А.Д., Кравцов Т.В. Модернизация предметно-пространственной среды для арт-пространства помещений промышленного типа	328
Екатериноушкина А.В., Шеянов А.А. Обоснование проектной концепции дизайна территории термального комплекса	329
Екатериноушкина А.В., Патынская С.А. Обоснование дизайн-концепции благоустройства площади массовых мероприятий в городском курорте	330
Емельянова Н.М. Геймификация как форма практических занятий у дизайнеров одежды в вузе..	331
Емельянова Н.М. «Территория А» - отражение темы города в коллекции одежды	332
Жданова Н.С. Эволюция роли научных исследований в образовании будущих графических дизайнеров	333
Зарипова А.А. Использование народных промыслов в дизайне интерьера	334
Зарипова А.А. Синтез искусств в современном городе: от монументальной живописи до стрит-арта.....	335
Зотова Д.А. Нейроэргономика в графическом дизайне: влияние визуальных паттернов на когнитивные процессы	336
Зотова Д.А., Гусева В.А. Проблема преемственности между детским техническим творчеством и профессиональной инновационной деятельностью г. Магнитогорска	337
Ильяшева Е.В. Инновационные тенденции в подготовке будущих конструкторов швейных изделий.....	338

Каримова С.М. Костюмы в фильме «Маленькие женщины».....	339
Сохачевский Я.К., Сохачевский М.К. Применение SMART-технологий в современной рекламе на транспорте	340
Коршунова А.Я. Особенности проектирования товарного знака для организаций сферы услуг ...	341
Кунакбаева А.А. Этнокультурное в современном городе.....	342
Лямцева Е.В., Рубцова О.В. Роль волонтеров информационной культуры.....	343
Лямцева Е.В. Информационная среда города в формировании ценностного ландшафта молодежи	344
Нажметдинова А.Р. Синтез искусств в «Парке у вечного огня» в г. Магнитогорске.....	345
Ильяшева Е.В., Недашковская Д.А. Влияние анатомического строения тела человека на посадку одежды	346
Патынская С.А. Смарт-технологии в декорировании объектов интерьера	347
Петрова В.Д. Мода как аспект социальной идентификации	348
Белова Е.Л., Пономарева М.А. Функционализм в современном индивидуальном жилом доме	349
Ильяшева Е.В., Пчелинцева А.А. Морфологические признаки тела в конструировании швейных изделий	350
Саляева Т.В. Преимущества использования крафт-бумаги в современном дизайне упаковки	351
Саляева Т.В. Роль графических элементов в композиционном решении практических заданий по проектной графике в дизайне	352
Саляева Т.В. Изучение презентационных технологий в обучении студентов-дизайнеров..	353
Ильяшева Е.В., Синицких П.А. Исследование взаимосвязи психологических признаков личности с визуальным выбором одежды	354
Софина М.В. Роль композиционных элементов в развитии проектных навыков будущих дизайнеров	355
Сохачевский М.К. Глобальные проблемы: космический мусор	356
Шеянов А.А. Разработка и проектирование композиции для общественного интерьера....	357
Ячменёва В.В. Особенности организации культурно-массовых мероприятий в моногороде ...	358

Ячменёва В.В.

Реализация компетентностного подхода в разработке дизайн-проектов в вузе ... 359

Секция «Искусство и технологии в современном художественном производстве и образовании» 360

Аверьянова Т.А., Яровиков Н.В.

Формирование пространственного мышления обучающихся с помощью педагогических методов и средств 360

Вандышева О.В., Абдуллина А.Д.

Современные тенденции использования керамики в ювелирном производстве. 361

Вандышева О.В., Каменских С.С.

Художественно-технологические возможности ручных способов создания рельефа на металле 362

Вандышева О.В., Соловьева Л.В.

Древесина как выразительный материал в ювелирных изделиях 363

Гаврицков С.А., Исмагилов Р.А.

Технологические особенности изготовления мужских курительных аксессуаров из поделочного камня 364

Гаврицков С.А., Смагин Г.Е.

3D-моделирование как инструмент проектирования художественно-промышленных изделий 365

Герасимова А.А., Васькина Е.С.

Использование архитектурных образов в дизайне декоративных часов панно.... 366

Герасимова А.А., Мукаев Г.В.

Цикл времён года как источник идей для ювелирного дизайнера..... 367

Герасимова А.А., Танцыкужина М.Р.

Современные тенденции в дизайне подиумных украшений и их адаптация для повседневной жизни..... 368

Каган-Розенцвейг Б.Л., Бондаревский Н.Н.

Декоративный текстиль в современном интерьере 369

Каган-Розенцвейг Б.Л., Коршунова В.А.

Роль фактуры в современном дизайне ювелирных изделий 370

Канунников В.В., Лесовая М.Д.

Микромозаика в оформлении ювелирных украшений 371

Канунников В.В., Петрова П.С.

Исторические аспекты возникновения шкатулки как предмета декоративно-прикладного искусства 372

Канунников В.В., Сулима П.А.

Симбиоз природы и функциональности в ночнике..... 373

Каукина О.В., Лакерева Е.Д.

Использование стиля ар нуво в дизайне ювелирных украшений 374

Каукина О.В., Фарсеева Э.Р.

Фольклорные мотивы в украшениях 375

Гаврицков С.А., Новикова О.В., Фенапетова Е.А.

Блочная мозаика из камня в художественно-промышленных изделиях 376

Сложеникина Н.С., Веприкова А.Е.	
Использование нетрадиционного материала в качестве декоративной вставки в различных украшениях	377
Сложеникина Н.С., Веприкова А.Е.	
Виды декоративного оформления шкатулок из различных материалов	378
Сложеникина Н.С., Пономарев Ю.В.	
Эволюция сувениров: история возникновения и развития памятных предметов.	379
Ткаченко Д.А.	
Развитие творческих способностей будущего педагога-художника в рамках реализации образовательной программы двухпрофильного бакалавриата «Изобразительное искусство, дополнительное образование».....	380
Чернышова Э.П.	
Дисциплина «Философия искусства» как необходимый компонент учебного плана двухпрофильной программы бакалавриата «Изобразительное искусство, дополнительное образование»	381
Именной указатель.....	382

Научное издание

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

**Тезисы докладов 84-й международной
научно-технической конференции**

Том 1

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 20.04.2026. Рег. № 55-26. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага тип. № 1.
Плоская печать. Усл.печ.л. 26,00. Тираж 100 экз. Заказ 116.



Издательский центр ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38

Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»