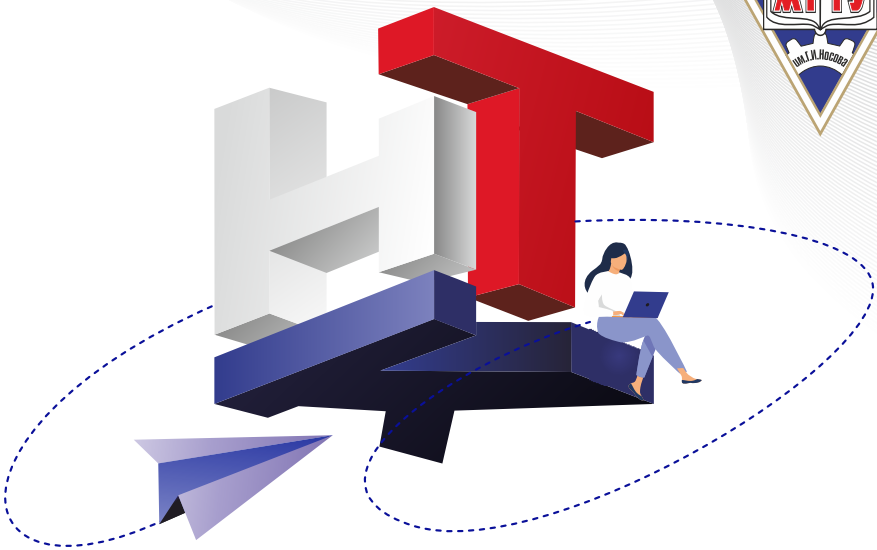


ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
83-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ, ТЕХНИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ»

ТОМ 1

21-25 АПРЕЛЯ 2025г.
МАГНИТОГОРСК

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 83-й международной научно-технической конференции

Том 1

Магнитогорск
2025

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. филол. наук С.А. Анохина
доц., канд. техн. наук Н.В. Гмызина
доц., канд. техн. наук Ю.Н. Кондрашова
доц., канд. ист. наук Н.Н. Макарова
канд. пед. наук Е.А. Москвина
доц., канд. арх. Е.К. Подобреева

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 83-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2025. Т.1. 391 с.

ISBN 978-5-9967-3376-7

Представлены тезисы докладов 83-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 978-5-9967-3376-7

© Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2025

Секция «Совершенствование открытой и подземной геотехнологии»

УДК 622.2: 539.3

Волков П.В. (AuthorID: 645377)**, Бикбов Р.И., Конев С.В.** (AuthorID: 691772)**, Лямин З.А., Кофейников А.В.**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОХОДКЕ ОТРЕЗНЫХ ВОССТАЮЩИХ МЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ

Эффективное управление процессом проходки отрезных восстающих является одной из важнейших научно-технических задач при разработке месторождений полезных ископаемых. Восстающие выработки различного функционального назначения используются для спуска руды и породы, подготовки блоков, образования отрезной щели, спуска-подъема оборудования и материалов, людей, дренажа воды.

Для проходки отрезных восстающих применяют различные технологические решения: с применением различных комплексов и отбойкой породы шпуровыми, и скважинными зарядами, секционное взрывание глубоких скважин, механизированные способы с помощью комбайнов. На рудниках Урала объем проходки восстающих составляет 30-35% от общей протяженности горных выработок.

Для сокращения времени и увеличения скорости проходки отрезных восстающих и достижения требуемых значений по очистной выемке был рассмотрен механизированный способ с помощью буровой установки MLDT-40 RBM, который исключает введение буровзрывных работ. По проведенным расчетам получено, что при использовании данной буровой установки сокращается время на проходку отрезного восстающего более чем в 1,5-2 раза, снижаются затраты на 38%, а срок окупаемости предложенного технического решения в условиях Гайского ГОКа составляет 2 года.

Список используемых источников

Метод одностадийной проходки восстающего при одновременном формировании отрезного компенсационного пространства / А. М. Мажитов, И. А. Пыталев, Д. В. Доможиров [и др.] // Рациональное освоение недр. – 2022. – № 5(67). – С. 46-51. – DOI 10.26121/RON.2022.67.53.005. – EDN CWDBGA.

УДК 622.012:004.9

Бурмистров К.В. (AuthorID: 282604)**, Багдасарян М.А.** (AuthorID: 1164179)**, Трегубов А.А.**

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В настоящее время, во всем мире значительно возрастает спрос на добычу твердых полезных ископаемых в связи с развитием промышленности и переходом к возобновляемым источникам энергии. Уже в ближайшем будущем, энергетический переход к возобновляемым источникам приведет к резкому росту спроса на добычу меди, лития, никеля и различных редких полезных ископаемых [1]. В то же время, такие факторы, как строгие экологические ограничения, глубокое залегание месторождений и добыча низкосортной руды затрудняют увеличение производственных мощностей и требуют проведения технологических трансформаций на горных предприятиях.

Многие компании решают задачу увеличения темпов добычи через автоматизацию и цифровизацию производственных процессов и за счет внедрения передовых технологий Индустрии 4.0 [2]. В последние годы одним из наиболее перспективных инструментов среди технологических достижений и инноваций, применяемых в горной промышленности, стала технология цифровых двойников. В горнодобывающей отрасли цифровой двойник понимается как виртуальное воспроизведение всего горного предприятия или его части, обновляемое в режиме реального времени [3]. При этом, обмен данными между горным предприятием и его виртуальным представлением является полностью автоматизированным. Цифровой двойник в первую очередь используется для принятия более точных и быстрых решений сложных инженерных, геологических и управленческих задач на горных предприятиях. С помощью цифрового двойника горного предприятия, можно достичь оптимизации работ на каждом этапе разработки месторождения.

В рамках данного исследования было выяснено, что технология цифровых двойников создает новые перспективы для улучшения эффективности, безопасности и экологичности горных работ; способствует уменьшению выбросов углекислого газа, повышению эффективности мониторинга отвалов и хвостохранилищ, развитию новых навыков у работников, экономии топлива, электроэнергии, финансовых средств и времени на принятие сложных решений. Установлено, что в условиях растущего спроса на полезные ископаемые, внедрение цифровых двойников на горных предприятиях становится не просто желательным, а необходимым для успешного функционирования отрасли в будущем.

Список используемых источников

1. World Economic Forum. Mining and Metals: Trends, Challenges and the Way Forward. December 2023. – URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Mining_and_Metals_2023.pdf.

2. Jang, H. Transformation of the Australian mining industry and future prospects / H. Jang, E. Topal // Mining Technology: Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy. – 2020. – P. 1-15. – DOI 10.1080/25726668.2020.1786298. – EDN HXOFZV.

3. Hazrathosseini, A. The advent of digital twins in surface mining: Its time has finally arrived / A. Hazrathosseini, A. Moradi Afrapoli // Resources Policy. – 2023. – Vol. 80. – P. 103155. – DOI 10.1016/j.resourpol.2022.103155. – EDN SDZHPX.

УДК 691.53

Зубков А.А., (AuthorID: 853576)**, Новиков Е.В.**

ПОЛУЧЕНИЕ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Стремительное развитие горнорудной промышленности оставляет за собой большое количество техногенных отходов. Главной задачей остаётся поиск эффективных методов переработки сырья, что требует внедрения технологий, позволяющих использовать техногенные отходы для создания материалов с хорошими физико-механическими характеристиками. Магнезиальные вяжущие, обладают высокой прочностью и устойчивости к агрессивным средам, что делает их перспективными для применения в строительной промышленности.

Для исследования были использованы девять проб доломитов, хвосты обогащения кимберлитов и алевролиты. Были проведены следующие виды обработки:

- Обжиг доломитов при температурах 700, 800, 850 и 1100 °C.
- Совместный обжиг доломита и хвостов обогащения кимберлита
- Раздельный обжиг доломита и хвостов обогащения кимберлита с последующим смешиванием.
- Совместный обжиг доломита и алевролита

Длительность изотермической выдержки составляла 3 часа. После обжига материалы затворяли водой и растворами хлорида и сульфата магния ($MgCl_2$, $MgSO_4$) и формовали образцы для испытаний.

Оптимальная температура обжига доломитов составила 800 °C, при этом потери при прокаливании находились в диапазоне 20–23%, срок ствердения составил 28 суток, а прочность на сжатие достигала 9,35 МПа.

Совместный обжиг доломита и хвостов обогащения кимберлита показал слабые признаки твердения. Раздельный обжиг доломитов и хвостов с последующим смешиванием показал улучшенные показатели прочности по сравнению с совместным обжигом, особенно при использовании растворов сульфата магния. Оптимальная температура обжига хвостов обогащения кимберлита составила 1100°C, а прочность образцов достигала 3.1 МПа спустя 28 суток твердения.

Совместный обжиг доломита и алевролита признаков твердения не показал.

УДК 622.235

Доможиров Д.В., (AuthorID: 313673), **Караулов Н.Г.** (AuthorID: 338042),
Ильтинин Ю.К., Шукшин А.В., Ямалов И.Ш.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРЕ МИТРОФАНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ ВБЛИЗИ ОХРАНЯЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ УКРЫТИЙ

В настоящее время при взрывании уступов в стесненных условиях наиболее распространенным способом защиты от разлета кусков горной породы является установка над взрываемой поверхностью специальных укрытий различных конструкций [1]. Основной технической задачей, предполагаемого укрытия, является повышение безопасности взрывных работ за счет полного исключения разлета кусков породы при взрывном рыхлении пород во всех направлениях, кроме откоса уступа, за счет применения укрытия и специальной конструкции заряда ВВ. Основными их недостатками являются укрытие небольших площадей и малая оборачиваемость.

Наиболее близким по существу решаемой задачи является способ взрывания уступов под укрытием, включающий бурение взрывных скважин, их заряжание, укрытие взрываемого объема и взрывание горных пород, в котором после зарядки скважин на откос и поверхность уступа размещают укрытие в виде металлической сетки с ячейкой 10×10, закрепленной за анкеры, установленные в неглубоких скважинах, с помощью канатов или тонких цепей, с укладкой на каждую взрываемую скважину мешков с отсевом. Монтаж взрывной сети производят поверх укрытия и взрывают укрытый уступ.

Данный способ взрывания уступов под укрытием относится к разработке крепких горных пород в стесненных условиях, когда возможен сброс взрываемой горной массы только под откос уступа и необходимо исключить разброс кусков вверх и в стороны, при разноске бортов глубоких скальных выемок в дорожном строительстве, взрывных работах вблизи ЛЭП и т.д.

Разлет вверх и в стороны кусков горной массы происходит только со стороны забойки скважин. Эластичность укрытия за счет упругости сетки, закрепленной за анкеры, установленные в неглубоких скважинах по периметру, и прижатой мешками с отсевом при вспучивании взрываемой породы не позволяет отрываться отдельным кускам от общей массы, разрыхленная горная масса плотно обхватывается сеткой и удерживается в компактном состоянии.

В соответствии с рекомендациями и накопленного опыта производства взрывных работ были определены оптимальные параметры БВР для условий карьера Митрофановского месторождения с учетом требований к качеству и безопасности подготовки горной массы к выемке.

Список используемых источников

1. Эткин, М. Б. Взрывные работы в энергетическом и промышленном строительстве. Научно-практическое руководство / М. Б. Эткин, А. Е. Азаркович. – Москва : Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – 318 с. – ISBN 5-7418-0329-6. – EDN SUEPMZ.

УДК 622.35

Караулов Н.Г., (AuthorID: 338042), **Угольников Н.В.** (AuthorID: 686337), **Доможиров Д.В.** (AuthorID: 313673), **Галеев Д.И., Голованчиков А.В.**

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕЛОГО МРАМОРА

Современной тенденцией развития открытых горных работ при добыче мрамора высокой степени белизны является рост производственной мощности по полезному ископаемому. При этом со стороны потребителя повышаются требования к качеству готовой продукции [1].

С целью повышения качества для условий Еленинского месторождения мрамора высокой степени белизны рассмотрена целесообразность применения однорядного взрывания с последующим проведением опытно-промышленных испытаний.

С целью определения экономической целесообразности однорядного взрывания на основе результатов опытно-промышленых испытаний выполнено экономико-математического моделирование применения буровзрывных работ по критериям достижения максимальной прибыли горнодобывающего предприятия и обеспечении минимальной себестоимости готовой продукции.

Кроме того было произведено сравнение результатов использование однорядного взрывания с применяемой технологией буровзрывной подготовки при многорядном короткозамедленном взрывании.

Таким образом, применение однорядного взрывания позволило увеличить объем выхода из взорванного блока товарной продукции фракции 40-200 мм до 60% за счет снижения удельного расхода ВВ (до 50%) и расширения сетки скважин (до 15-29%), при этом выход негабарита (+200 мм) увеличился в 5 раз [2].

Кроме того, в результате технико-экономической оценке результатов опытно-промышленных испытаний установлено, что эффективность предприятия повысилась на 11%.

Таким образом, проведенные опытно-промышленные испытания показали технико-технологическую целесообразность и экономическую эффективность однорядного взрывания в условиях повышенных требований к качеству нерудных полезных ископаемых.

Список используемых источников

1. Современные способы вскрытия рабочих горизонтов при разработке месторождений мрамора / Г.Д. Першин, С.А. Голяк, М.С. Уляков [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 12-3. – С. 225-230. – EDN TCWYUR.

2. К вопросу повышения эффективности подготовки горных пород к выемке на месторождениях белого мрамора для производства микрокальцита / Д.В. Доможиров, Н.Г. Караулов, А.А. Прохоров [и др.] // 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. 20. – EDN UFEYSL.

УДК 622.235

Доможиров Д.В. (AuthorID: 313673), **Симаков Д.Б.** (AuthorID: 674195**), Ильтинин Ю.К., Сизиков А.А., Горицкий В.А., Ихсанов А.Р.**

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ПРИЛЕГАЮЩИЕ ТЕХНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ К КАРЬЕРАМ ГРУППЫ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУРАСАН АО «ЮГК»

Увеличение производительности по полезному ископаемому при ведении открытых горных работ в настоящее время сопровождается подготовкой к выемке больших объемов горной массы. Так, масштабы массовых взрывов на ряде горнодобывающих предприятиях возросли до несколько десятков и сотен тонн за один прием.

Так, вблизи карьеров группы золоторудных месторождений Курасан АО «ЮГК» на расстоянии 1500 м расположено хвостохранилище, для которого даны оценки сейсмобезопасных условий взрывания с учетом сочетания наиболее неблагоприятных грунтовых условий.

С учетом выявленных в ходе анализа условий производства взрывов основной задачей исследования является обоснование и выбор сейсмобезопасных для дамбы хвостохранилища параметров массовых взрывов на карьерах группы месторождения Курасан АО «ЮГК». Эта основная задача определяет условия сейсмобезопасности взрывов с учетом возможности нахождения: предельных зарядов замедляемых групп при заданных расстояниях; размеров сейсмобезопасных зон при заданных массах зарядов замедляемых групп; фактических приведенных расстояний зарядов замедляемых групп и сравнение их с допустимыми.

При решении поставленных задач учтен опыт исследований Лаборатории Сейсмики и звукометрических методов исследования взрывных работ МГТУ им. Г.И. Носова на ряде отечественных и стран СНГ предприятий, в том числе и обеспечения сейсмобезопасности для плотин, гидроотвалов, хвостохранилищ и др. техногенных образований, использована обобщенная методика прогноза скоростей колебаний грунта в зависимости от упругих характеристик пород взрываемых и в теле хвостохранилища, а также масс зарядов замедляемых групп и расстояний до места взрыва, оценены допустимые уровни сотрясений при взрывах.

Таким образом, были выполнены инструментальные замеры проявления сейсмосотрясений при производстве массовых взрывов, приведены оценки сейсмобезопасных зарядов замедляемых групп и границ сейсмобезопасных зон при используемых на карьере диагональных и диагонально-врубовых схем КЗВ с замедлениями 42 мс. Используемая технология и режимы взрывания обеспечивают значительный резерв для уровней сотрясений хвостохранилища даже по сравнению с выбранным для них заниженным допустимым пределом.

УДК 622.343.5:622.273.2

Мажитов А.М. (AuthorID: 726561), **Петров А.Ю., Помыкалов Д.Д.**

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОДЭТАЖНО-КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ С ФОРМИРОВАНИЕМ ОГРАЖДАЮЩЕГО СЛОЯ

Возможность отработки месторождений или их участков, расположенных в особо неустойчивых горных массивах, в данной работе решается за счет применения комбинированной системы разработки. Отличительной особенностью предлагаемой системы разработки является первоочередное формирование защитного ограждающего перекрытия, позволяющего изолировать в последующем отрабатываемый рудный массив от неустойчивого породного, лежачего или висячего бока. Конструкция системы разработки и порядок выемки запасов обеспечивает регулируемое техногенное преобразование состояния и свойств породного и рудного массива за счет перераспределения напряжений вокруг выработанного пространства и изменения геометрических размеров и прочности ограждающего перекрытия.

Сущность системы разработки заключается в отработке рудного тела камерами с подэтажей под защитой ограждающего слоя. Первоначально производится формирование укрепленного слоя, изолирующего неустойчивый породный массив висячего бока от очистных камер, путем применения слоевой системы разработки. В целом, для формирования защитного слоя на границе с породами висячего бока по простиранию камеры проходятся рудные штреки, которые в последствии закладываются твердеющей смесью. Формирование защитного слоя может осуществляться одновременно на нескольких подэтажах для интенсификации очистной выемки. Проходка и закладка штреков, являющихся конструктивным элементом защитного слоя, может производится как в нисходящем, так и восходящем порядке, в зависимости от устойчивости горного массива, морфологии рудного тела, требуемой прочности искусственного массива и толщины защитного слоя. Для осуществления самотека твердеющей смеси штрек проходят с уклоном в сторону выработки, с которой планируется осуществлять закладочные работы.

Список используемых источников

1. Мажитов, А. М. К вопросу снижения себестоимости закладочных работ при камерных системах разработки / А. М. Мажитов, Д. А. Асанов, А. А. Вьюгов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2017. – Т. 1. – С. 18-20. – EDN ZEYUZB.

2. Мажитов, А. М. Влияние высоты камеры на устойчивость массива при отработке прикарьерных запасов Камаганского месторождения / А. М. Мажитов, С. А. Корнеев, С. Н. Корнилов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № S4-2. – С. 198-204. – EDN UQFUCB.

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

УДК 622.23

Угольников Н.В. (AuthorID: 686337)**, Караулов Н.Г.** (AuthorID: 338042)**, Чуприн А.П.**

РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КУСКОВАТОСТИ ПРИ ОТКРЫТОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

Месторождения строительных материалов чаще всего встречаются в Уральском регионе. Поэтому вопрос разработки методики прогнозирования кусковатости строительных горных пород является важнейшей задачей современных горных предприятий Южного Урала. В работе произведено исследование распределения гранулометрического состава строительных горных пород до и после взрывного разрушения, после процесса экскавации и перемещения с использованием логарифмически нормального закона [1, 2].

Полученные зависимости позволяют оперативно регулировать параметры буровзрывных работ с целью получения необходимой степени дроблений горных пород различной крепости и трещиноватости. Необходимая степень взрывного разрушения строительных горных пород определяется минимальными суммарными энергетическими затратами по всему циклу добычи и переработки с учетом максимального выхода товарных фракций крупности.

Строительные горные породы, отличаются прочностными параметрами, плотностными свойствами, а также трещиноватостью и блочностью взрываемого массива [3]. Для строительных горных пород установлена закономерность изменения значения логарифмической дисперсии в зависимости от крепости и блочности горных пород. Также получена зависимость выхода требуемых ГОСТами фракций крупности от среднего размера куска взорванной горной массы пород различной блочности.

Исследованиями установлено, что для различных типов строительных горных пород выход товарных фракций при постоянной степени дробления будет зависеть от крепости и трещиноватости массивов и может различаться до 20-30%.

Список используемых источников

1. Обоснование параметров и технологии производства буровзрывных работ, обеспечивающих требуемую кусковатость / В. В. Егоров, А. Н. Волокитин, Н. В. Угольников, А. В. Соколовский // Горная промышленность. – 2021. – № 3. – С. 110-115. – DOI 10.30686/1609-9192-2021-3-110-115. – EDN NQRKIT.

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

3. Определение выхода товарной фракции флюсовых известняков Аккермановского месторождения / Н. В. Угольников, Н. Г. Караулов, Д. Б. Симаков [и др.] // 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. 17. – EDN GATPZX.

УДК 622.88

Соколовский А.В. (AuthorID: 439929)

ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫРАБОТКИ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА «КОРКИНСКИЙ»

В 2017 году в Челябинской области была завершена отработка запасов в одном из самых глубоких угольных разрезов – «Коркинский». На заключительном этапе функционирования предприятия сформировался комплекс проблем, основными из которых являлись: экономические, экологические, геомеханические и социальные [1]. Решение указанных проблем сопровождалось поиском направлений использования карьерной выемки угольного разреза как техногенного ресурса, совместно с получением социально-экологического эффекта.

Основным вариантом рассматривалось заполнение выработанного пространства разреза породами вскрыши из отвала вскрышных пород, находящегося на северо-западе от разреза, что обеспечило бы сокращение площади отвалов и восстановление занятых ими земель. Реализация данного варианта была оценена в размере 30 млрд рублей со сроком реализации более 20 лет.

Во втором варианте было предложено применение технологии сухой консервации горных выработок разреза. По результатам экономических, технологических и экологических оценок данный вариант предусматривал сохранение водоотлива карьерных вод и их сброс в реку Чумляк, а также непрерывное проведение противопожарных и противоэпизевых мероприятий.

Третьим рассмотренным вариантом выступало создание водного объекта на месте разреза путём его естественного затопления. Выполненное специалистами Института горного дела УрО РАН 3D-моделирование процесса заполнения выработанного пространства разреза показало, что продолжительность данного процесса составит не менее 530 лет.

Четвёртый предложенный вариант предусматривал проведение санитарно-гигиенической рекультивации отработанного разреза. Предлагалось провести выполаживание верхних вскрышных уступов, изоляцию выходов угольных пластов, посадку древестно-кустарниковых насаждений. На южном и восточном бортах рекомендовалось создать плантации облепихи, а юго-восточный склон использовать для создания спортивной базы зимних видов спорта.

Ещё одним вариантом являлось создание гидроаккумулирующей электростанции в отработанном разрезе. Проект предусматривал формирование двух водоёмов: нижнего – на дне разреза и верхнего аккумулирующего на месте гидроотвалов и карьерной выемки разреза «Бутуринский». Как и предыдущий, данный вариант не учитывал затраты на ликвидацию и профилактику пожаров, а также не оценивал обеспечение устойчивости бортов разреза.

Список используемых источников

1. Соколовский, А. В. Оценка направлений использования техногенных ресурсов при отработке различных видов минерального сырья / А. В. Соколовский, Н. В. Гончар // Горная промышленность. – 2023. – № 5. – С. 102-107. – DOI 10.30686/1609-9192-2023-5-102-107. – EDN WCDYLB.

УДК 622.281.742

Кульсаитов Р.В. (AuthorID: 885310)**, Кутлубаев И.М.** (AuthorID: 362747)**, Корнеев С.А.** (AuthorID: 148381)**, Шестов В.В.**

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УСИЛЕННОГО ФРИКЦИОННОГО АНКЕРА СО ШПУРОМ

Объемы применения анкеров с фрикционным закреплением имеют четкую тенденцию на увеличение. Разработанная конструкция усиленного фрикционного анкера имеет в головной части вставку из материала с модулем упругости меньше, чем у стержня анкера. Принятая схема нагружения учитывает особенности совместного упругого деформирования стенки стержня анкера и вставки. Технологичность и эффективность применения анкерной крепи существенно увеличилась с переходом на использование анкера в сочетании с армокаркасом – комбинированную анкерную крепь. Это позволяет исключить в ряде случаев из технологии установку сетки и полосовых подхватов. При этом применительно к анкерам с фрикционным закреплением обеспечивается совмещения установки анкера и армокаркаса, который представляет собой металлическую решетку из переплетенных стержней выполненных из арматурного профиля и сваренных в точках пересечения. Выполненные исследования показали, что наиболее предпочтительными является армокаркас с размерами 950 мм при установке одним анкером. Снижение нагрузочной способности, и полная потеря функциональности армокаркаса, имеет место при отсутствии сварки во всех точках контакта продольных и поперечных стержней. Результаты эксперимента показали недопустимость при изготовлении армокаркасов «экономии на сварке» при соединении стержней предлагаемые некоторыми производителями.

Наиболее сложным является повышение несущей способности стержня анкера, установленного в шпур. Ее величина определяется силой трения на поверхности сопряжения стержень – шпур. Увеличение силы трения возможно за счет увеличения зоны сопряжения стенок анкера и шпура. Для этого в переднюю часть стержня анкера, с цилиндрическим поперечным сечением, устанавливается вставка из материала имеющего модуль упругости меньше модуля упругости стали. При установке в шпур вставка деформируется в радиальном направлении. Для подтверждения подхода, использованного в аналитических выкладках, были проведены исследования несущей способности анкеров с общей длиной 500 мм, установленных в шпуры диаметром 43 мм выполненные в мраморном блоке. В шпуры устанавливались анкера без вставок и с деревянной вставкой, выполненной из сосны длиной 200 мм и диаметром 38 мм. Использовались анкера из Ст 20, внешним диаметром 48 мм, толщиной стенки 3 мм. Нагружение анкеров производилось через специальное переходное устройство штанговыдергивателем ПКА – 3.

Список используемых источников

1. Способ и устройство определения несущей способности фрикционных анкеров / С. С. Неугомонов, А. А. Зубков, И. М. Кутлубаев, Р. В. Кульсаитов // Горная промышленность. – 2023. – № 5. – С. 83-87. – DOI 10.30686/1609-9192-2023-5-83-87. – EDN COZRZJ.

УДК 622.281.742

Кульсаитов Р.В. (AuthorID: 885310)**, Кутлубаев И.М.** (AuthorID: 362747)**, Корнеев С.А.** (AuthorID: 148381)**, Баймаков А.П.**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АНКЕРОВ С ФРИКЦИОННЫМ ЗАКРЕПЛЕНИЕМ

Эффективным способом закрепления поверхности выработки является комбинированная анкерная крепь. Анкер в этом случае выполняет две функции. В сочетании с сеткой и набрызг-бетонном обеспечивает укрепление ослабленной или трещиноватой породы. Податливостью под нагрузкой реализуется вторая функция – поглощение (восприятие) кинетической энергии выбрасываемой породы. Возможность смещения конца анкера, сопряженного с поверхностью выработки, принципиально отличает механизм деформации от функционирования рамной крепи. Основным условием поглощения кинетической энергии анкером является нарастающее сопротивление смещению конца анкера, выступающего из шпура, при достаточно значительном изменении начальной длины.

Из анализа вариантов анкерного закрепления поверхности выработок выявлено, что современным требованиям удовлетворяют конструкции, обладающие несущей способностью, существенно превышающей 50 кН. При этом анкер должен обладать допустимой величиной удлинения, при действии предельной нагрузки, более 300 мм. Это обусловлено необходимостью восприятия кинетической энергии, высвобождаемой при динамических проявлениях горного давления.

Анкеры с фрикционным закреплением типа Split set отличаются высокой технологичностью установки и невысокой стоимостью. Однако по таким параметрам, как несущая способность, удлинение под нагрузкой, существенно уступают другим типам. Это объясняется, в частности, равномерным распределением силы трения по длине, определяющей его несущую способность.

Предварительно экспериментальные исследования были выполнены на макете шпура. Было сделано предположение о непрерывной поверхности сопряжения пружина – стенка стержня. Для его подтверждения были выполнены исследования на разъёмном макете шпура.

Результаты экспериментальных исследований подтверждают принятую модель взаимодействия специального фрикционного анкера и шпура. Относительное удлинение части, прилегающей к устью шпура, обеспечивает необходимое смещение поверхности выработки под динамической нагрузкой. Стали, используемые для изготовления стержней, в соответствии с ГОСТ 31559 - 2012 имеют относительное удлинение более 20 %.

Список используемых источников

1. Zubkov, A. A. Calculation of Load-bearing Capacity of Tubula Anchor of Friction Type / A. A. Zubkov, I. M. Kutlubaev, M. S. Muhamedjarova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Russky Island, 04–06 марта 2019 года. Vol. 272, 2. – Russky Island: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 022052. – DOI 10.1088/1755-1315/272/2/022052. – EDN GAECJA.

УДК 622.013.3

Заляднов В.Ю. (AuthorID: 324777)**, Трегубов А.А.**

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ РЫНКА

Динамика цен и постоянное увеличение спроса на добываемое минеральное сырье при сложных горно-геологических и горнотехнических условиях, а также снижение содержания полезных компонентов в рудах, вынуждают горнодобывающие предприятия искать новые решения, позволяющие не только повышать эффективность открытой разработки при комплексном освоении участка недр, но и обеспечить устойчивое функционирования предприятий путем их развития одновременно в нескольких направлениях, а именно гибкого изменения объема вовлекаемых в разработку запасов, производительности, качества и номенклатуры выпускаемой товарной продукции, в том числе с использованием техногенных георесурсов.

В настоящее время продукцией горнодобывающих предприятий является не только природные и техногенные георесурсы, но и созданная в период ведения горных работ производственная инфраструктура позволяющая выполнять горнотехнические процессы имеющимся оборудованием и персоналом для сторонних организаций.

Однако данные решения носят локальный характер и являются частными, что свидетельствует о необходимости развития научно-методической базы по определению параметров горнотехнической системы и управлению ими на этапе эксплуатации при комплексном преобразовании и освоении участка недр, а также расширения направлений комплекса производственной деятельности и номенклатуры продукции предприятий открытой геотехнологией.

Необходимы организационно-технологические решения позволяющие компенсировать возможные невысокие доходы по одному виду деятельности за счет высоких доходов по другим и тем самым повышать комплексность и полноту освоения участка недр, а также увеличивать срок существования самого предприятия как субъекта хозяйственной деятельности.

Таким образом, доказана необходимость разработки технологических решений по комплексному техногенному преобразованию и освоению участка недр при открытой геотехнологии и одновременному управлению параметрами устойчивого функционирования горнотехнической системы с учетом изменяющихся горно-геологических, горнотехнических, а также рыночных условиях путем оптимизации значений данных параметров по предложенному критерию эффективности, определяемого интегральным показателем всего комплекса производственной деятельности горнодобывающего предприятия [1].

Список используемых источников

1. Заляднов, В. Ю. Оценка устойчивости функционирования горнотехнической системы открытой геотехнологии на основе интегрального показателя горных возможностей / В. Ю. Заляднов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2024. – Т. 22, № 2. – С. 5-13. – DOI 10.18503/1995-2732-2024-22-2-5-13. – EDN WDTKSA.

УДК 622.28

Волков П.В. (AuthorID: 645377)**, Бикбов Р.И., Князбаева Ж.Р., Даушев Р.М.**

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КРЕПЛЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «10-ЛЕТИЯ НЕЗАВИСИМОСТИ КАЗАХСТАНА»

Геологические условия Кемпирсайских хромитовых месторождений отличаются чрезвычайно низкой устойчивостью се горного массива, которая обусловлена его разбитостью многочисленными хаотичными трещинами и разно ориентированными тектоническими нарушениями на структурные блоки.

Основной проблемой при эксплуатации шахты «10-летия независимости Казахстана» является обеспечение устойчивости горных выработок. Для крепления горных выработок в основном применяется металлическая податливая арочная крепь, с шагом установки от 0,5м до 1,0 м.

Проходка выработки буровзрывным способом вызывает напряженно – деформированного состояния приконтурного массива пород с характерным релаксированием вслед за проходкой. Деформации приконтурного массива запланировано снизить путем упрочнения пород анкерным и набрызгбетонным креплением.

Исходя из категории устойчивости, срока службы и назначения выработки для дальнейших расчетов принимается выработка, пройденная в IV категории устойчивости, площадью поперченного сечения в свету 17,96 м^2, в проходке 19,10 м^2 с комбинированной крепью: сталеполимерная анкерная крепь, канатные анкеры со сниженной податливостью для усиления и упрочнения массива, в качестве несущей и изолирующей – торкретбетонная крепь.

Расчет параметров анкерной крепи ведется из условий образования в скальной породе вокруг выработки нарушенной (ослабленной) зоны вследствие перераспределения и концентрации напряжений» а также из-за взрывных работ при проходке.

Учитывая повышенную трещиноватость и породный несущий свод, сформированный анкерами первого уровня, типа СПА, принимается количество неподатливых анкеров для усиления крепи, типа АК01-21Н(у) в ряду 7 шт., устанавливаемых по кровле выработки. Толщина торкретбетонной крепи принимается 100 мм, с нанесением в два слоя по 50 мм каждый. Комбинированная система позволила обеспечить устойчивость на протяженных участках выработок и уйти от тяжелых видов крепи, типа СВП.

Список используемых источников

1. Перспективные способы крепления горных выработок на подземных рудниках / А. А. Зубков, В. В. Латкин, С. С. Неугомонов, П. В. Волков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – № S1-1. – С. 106-117. – EDN TZLUZJ.

УДК 622.232.8

Гаращенко Ж.М. (AuthorID: 1129625), **Иванов С.Л.** (AuthorID: 615961)

КРИТЕРИИ ОТРАБОТКИ ЦЕЛИКОВ УНИФИЦИРОВАННЫМИ ВЫЕМОЧНЫМИ МОДУЛЯМИ

Практически все существующие технологии шахтной отработки угля предусматривают оставление целиков. Для уменьшения потерь полезного ископаемого рационально отрабатывать только те целики, которые выполнили все свои основные и вспомогательные функции и возможны к безопасной отработке. Отработку целиков возможно осуществлять унифицированными выемочными модулями [1].

Анализ критериев по которым необходимо в первую очередь определять технологические и технические требования к модулям из шести критериев: защищенность, энергоэффективность, экономичность, долговечность, технологичность и производительность были выбраны два – защищенность и энергоэффективность, посредством рейтинговой оценки. Первый критерий формирует технические требования модуля, обеспечивая удержания пород в призабойном пространстве, автоматизацию работ и безопасность оборудования и персонала. Второй критерий характеризуется непосредственной технологией отработки [2], а именно, требованиями к параметрам исполнительного органа и характера его взаимодействия с забоем с учетом влияние отжима пласта и порядка отработки забоя, а так же конструкции модуля. В исследовании энергоэффективность связана с силой внедрения пики в угольный массив. Была проведена серия экспериментов на поверенном оборудовании Zwick/Roell Z100. В качестве участка массива в напряженном состоянии, моделировался блок, нагруженный во взаимно перпендикулярных плоскостях, состоящий из куска угля залитого алебастром. Результат оценки энергоемкости процесса показала, что статическое внедрение пики с углом заострения 30^{o} в 5 раз эффективнее, чем внедрение пики с углом заострения 90^{o} при одной и той же приложенной нагрузке. Также результаты экспериментальных исследований показали, что динамическое приложение нагрузки при приложении одинаковых осевых усилий эффективнее, чем статическое для пики 30^{o} в 12.7 раз, а для пики в 90^{o} только в 2.6 раз. Тем не менее приложение только динамической нагрузки без статической приводит к переизмельчению полезного ископаемого, поэтому рационально производить совмещение этих нагрузок.

Список используемых источников

1. Габов, В. В. Обоснование структуры механизированного комплекса для отработки целиков угольных шахт / В. В. Габов, Ж. М. Гаращенко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2023. – № 11-1. – С. 38-50. – DOI 10.25018/0236_1493_2023_111_0_38. – EDN SROQXI.

2. Гаращенко, Ж. М. Отработка угольных целиков унифицированными выемочными модулями локальными забоями / Ж. М. Гаращенко, В. А. Теремецкая, В. В. Габов // Горная промышленность. – 2024. – № S5. – С. 151-157. – DOI 10.30686/1609-9192-2024-5S-151-157. – EDN GBWLDC.

Секция «Обогащение полезных ископаемых и переработка техногенного сырья»

УДК 543.275.1

Гришин И.А. (AuthorID: 662345)

ЧИЖЕВСКИЙ ВЛАДИМИР БРОНИСЛАВОВИЧ



Чижевский Владимир Брониславович родился 23 июля 1940 года в поселке Краснинское, Верхнеуральского района, Челябинской области. Окончил Магнитогорский индустриальный техникум (1958, специальность «обогащение руд чёрных металлов»). В 1958–1961 годах – машинист осадочных машин на угледобывающей фабрике коксохимического производства ММК. В 1965 году окончил Магнитогорский горно-металлургический институт, Горный факультет по специальности «Обогащение полезных ископаемых». В 1965–1967 годах – мастер, старший мастер медно-обогатительной фабрики Алтын-Топканского свинцово - цинкового комбината в АлмалыкеУзбекской ССР. В 1967 году поступил в очную аспирантуру Магнитогорского горно-металлургического института, и с этого момента всю жизнь работал на кафедре обогащения полезных ископаемых старшим преподавателем, доцентом, профессором. В 1988 году был избран заведующим кафедрой.

За эти пять десятилетий Владимир Брониславович стал крупным ученым, чьи многочисленные работы, посвященные, прежде всего, флотации графита и обогащению труднообогатимого минерального сырья, хорошо известны научному сообществу. Он являлся крупным специалистом в области разработки технологии флотации труднообогатимых руд. Владимир Брониславович является основоположником научной школы «Разработка ресурсо- и энергосберегающих технологий переработки природного и техногенного минерального сырья».

Он автор более 150 научных работ, в том числе 26 изобретений. По фундаментальным исследованиям в области горных наук и металлургии профессор Чижевский В.Б. получал гранты Минобразования РФ и Губернатора Челябинской области. За разработку и реализацию технологий обогащения награжден бронзовой медалью ВДНХ СССР, является изобретателем СССР и заслуженным работником высшей школы РФ. В 1994 году В.Б. Чижевскому было присвоено звание академического советника Российской Инженерной Академии по Южно-Уральскому отделению, с 2003 года он являлся главным научным сотрудником Уральского отделения Российской Академии наук.

УДК 543.275.1

Гришин И.А. (AuthorID: 662345)

ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА В ПОТОКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИК-ВЛАГОМЕРА

Применяемые в настоящее время в горнодобывающей промышленности аналитические методы определения влажности не обеспечивают повсеместное, точное и быстрое получение информации о ней. В связи с этим, одной из актуальных задач дальнейшего развития горного производства и повышения эффективности оценки выпускаемой продукции является разработка и внедрение современных методов и технических средств измерения влажности материала в потоке.

Для контроля влажности твердых веществ в технологическом потоке все чаще применяется метод ИК-спектроскопии, который реализован в поточных ИК-влагомерах. Однако существуют факторы, снижающие точность показаний. К факторам, влияние которых не удаётся полностью компенсировать, относятся химический состав материала и его колебания, гранулометрический состав, расстояние от влагомера до анализируемого материала и т. п. Остаточные влияния неинформативных параметров можно устранить путём выполнения ряда градуировок анализатора.

Мы получаем информацию о влажности материала с поверхностной площади круга диаметром не более 80 мм и на глубину не более 2 мм. В то же время влажность материала неравномерна как по глубине, так и по ширине слоя. Поэтому, для получения достоверной информации о составе анализируемого материала, о массовой доле в нем влаги, во влагомер необходимо подавать «представительную» массу. Эта задача решается измерением всего потока материала.

В проведенных лабораторных исследованиях расстояние между оптическим блоком и анализируемым веществом варьировали в диапазоне от 100 до 300 мм. Гранулометрический состав исследуемых проб варьировали исходя из реально возможных колебаний в технологическом потоке на обогатительной фабрике. Поскольку в реальных условиях возможно некоторое уплотнение материала в процессе транспортировки вещества по конвейеру, то проводили исследования и после незначительного уплотнения проб. Для этого в кювету свободно засыпали исследуемое вещество и проводили измерения влажности на влагомере, а затем добавляли еще примерно 10% вещества по массе от исходного количества, уплотняли и вновь проводили измерения.

Расхождения между результатами, полученными с использованием стандартного метода воздушно-тепловой сушки по ГОСТ 12764-73 «Руды железные, концентраты, агломераты и окатыши. Метод определения влаги» и отградуированного влагомера, не превышали 0,22% относительных при доверительной вероятности 95%. Предел допускаемой погрешности результатов измерений влажности по нормативным документам не должен превышать 0,24%.

В результате проведенной работы произведен выбор метода определения влаги и разработана принципиальная конструкция аппарата для поточного измерения влаги в шихтовом материале, определены оптимальные конструктивные параметры для анализа железосодержащего сырья с диапазоном влажности от 5 до 15%.

УДК 622.7.01

Гаркави М.С. (AuthorID: 616244)**, Колодежная Е.В.** (AuthorID: 598996)**,**
Горлова О.Е. (AuthorID: 301567)**, Хардин И.С.** (студент)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ОБОГАТИМОСТИ БУРОЖЕЛЕЗНЯКОВОЙ РУДЫ СУХИМ СПОСОБОМ

Несмотря на периодически меняющиеся глобальные экономические и технологические условия, основой развития горно-металлургической отрасли был и остается минерально-сырьевой капитал. Одним из направлений развития базы железорудного сырья является введение в эксплуатацию месторождений бурожелезняковых руд. Основные месторождения бурых железняков сосредоточены на Урале, в Читинской области и в Красноярском крае. Содержание железа в рудах составляет 30 – 44%. Однако наличие в руде порошковых, охристых формаций и глины, а также повышенное содержание фосфора предопределяет их трудную обогатимость. Переработка руд осуществляется по сложным магнито-гравитационным, магнитно-флотационным схемам, включающим стадиальную промывку и обесшламливание руды, что значительно удлиняет технологическую цепочку фабрики, и делает актуальной оценку возможности обогащения бурожелезняковых руд сухими методами.

Объектом исследований является бурожелезняковая охристая руда, отобранная на одном из месторождений Зигазино-Комаровской группы (республика Башкортостан, Белорецкий район). Влажность руды составила 8,5%. Данная руда содержит 0,02% фосфора и является перспективным металлургическим сырьем. Технологические испытания включали сушку исходного материала, дробление для удаления агрегатов, помол руды в центробежно-ударной мельнице до крупности менее 0,315 мм, воздушную классификацию и магнитную сепарацию.

Особенностью опробованных технологических решений является использование центробежно-ударной техники в операции помола (Измельчительный комплекс КИ компании ЗАО «Урал-Омега» (Россия)). Реализуемый в оборудовании принцип разрушения свободным ударом и возможность регулирования величины прилагаемой нагрузки под особенности перерабатываемого сырья, обеспечивает избирательное разрушение частиц менее прочных минералов. Последующая воздушная классификация позволяет получить продукты, отличающиеся не только по гранулометрическому, но и химическому составу. При сухом помоле и классификации бурожелезняковой руды удалось получить отвальные хвосты за счет раскрытия и концентрации глинистых частиц в мелком продукте, избежав ошламования рудных минералов.

Результаты обогащения руды Туканского месторождения сухим способом показали возможность получения концентрата с массовой долей $Fe_{общ}$ 52,9 – 54,7% при извлечении до 72,3%. По мере истощения традиционной железорудной базы необходимо проводить комплекс мероприятий, направленных на разработку технологий переработки, в том числе, и бурожелезняковых руд, которых только в Зигазино-Комаровско-Инзерском районе РБ известно свыше 20 месторождений. Вполне перспективными, малозатратными могут стать технологии сухого обогащения данного типа руд.

УДК 628.477.7

Гмызина Н.В. (AuthorID: 493953), **Ибрагимова Н.Н.** (студент),
Рыбалкина У.В. (студент), **Сафаргалин И.Х.** (студент)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В современном металлургическом производстве актуальна технология повторного использования производственных отходов. Шлаки — это основной побочный продукт производства черных металлов, на их долю приходится около 70 - 85% всех отходов при выплавке чугуна и стали. Шлаки содержат до 22 - 24% железа, в том числе до 11 - 15% в виде корольков. В настоящее время их переработка является обязательной для безотходного производства.

Сталеплавильные шлаки классифицируют по видам производства стали (мартеновские, конвертерные и электросталеплавильные), а также по периодам плавки. Конвертерные шлаки отличаются от мартеновских и электросталеплавильных шлаков повышенным содержанием оксидов Ca, Mg, Fe и более высоко основностью.

В настоящее время шлаки перерабатываются в основном в твердом виде. Переработка твердых сталеплавильных шлаков подразделяется на первичную (операции, связанные с транспортировкой шлака в шлаковые отделения, кантовкой в шлаковые ямы, охлаждением и дроблением) и вторичную переработку (механического дробления, сортировки и сепарации). Для переработки сталеплавильных шлаков в расплавленном состоянии применяют самые различные конструкции установок, используя в качестве энергоносителей воду, пар и воздух.

Также есть исследования конвертерного шлака Новолипецкого металлургического комбината установившие, что шлак в процессе хранения подвергаются самораспаду, но сохраняет свои высокоосновные свойства и гидравлическую активность, что позволяют использовать его для получения дорожно-строительных композитов [1]. В статье [2] проведена оценка применимости конвертерного шлака в сельскохозяйственном производстве в качестве почвенного мелиоранта при выращивании льна-долгунца на почвах с различной кислотностью.

В заключение можно отметить, что повторное использование конвертерных шлаков является не только экономически целесообразным, но и способствует улучшению экологической ситуации ввиду переработки старых шлаковых отвалов.

Список используемых источников

1. Подольский, В. П. Анализ химико-минералогического состава отвальных сталеплавильных конвертерных шлаков / В. П. Подольский, О. Б. Кукина, О. В. Слепцова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. – 2014. – № 1(8). – С. 126-130. – EDN SUFKJH.

2. Влияние сталеплавильного шлака на растения льна-долгунца в зависимости от кислотности среды / П. А. Баранчиков, С. П. Чеботарева, О. В. Захарова [и др.] // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2023. – Т. 9, № 2. – С. 29-43. – DOI 10.29039/2413-1725-2023-9-2-29-43. – EDN HNYYZO.

УДК 622.765.061.22

Гмызина Н.В. (AuthorID: 493953), **Гмызин В.А**. (AuthorID: 493954),
Абдрахманов Г.Г. (студент), **Помыкалов Д.Д.** (студент)

ВЛИЯНИЕ ГРУППОВОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РЕАГЕНТОВ-ВСПЕНИВАТЕЛЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ

Для эффективного использования различных марок угля, особенно в технологических целях, необходимо его обогащение. Повышенное содержание золы и серы значительно снижает ценность угля, а при использовании в шихте для коксования делает его непригодным для применения.

Выбор реагентов-вспенивателей играет ключевую роль в обеспечении эффективности и избирательности действия реагентного режима. Вспениватели обладают поверхностной активностью, но при этом могут проявлять собирательные свойства благодаря высокой молекулярной массе. Это особенно важно для флотационной очистки сточных вод. Кроме того, снижение стоимости реагентов является актуальной задачей.

В последние годы были проведены исследования, направленные на улучшение качественных характеристик продуктов флотации угля путём разработки нового реагентного режима. Изучено влияние реагентов-вспенивателей с различным групповым химическим составом и строением молекул на показатели флотации углей, поступающих на коксование [1].

В качестве исходных материалов использовалась угольная мелочь ЦОФ «Беловская» ПАО ММК с технологическими марками «Ж» и «ГЖ», с зольностью (Ad) от 18,0% до 21,1%.

При использовании одного из вспенивателей было достигнуто более высокое извлечение горючей массы в концентрат - 91,8% по сравнению с КОБС. Одним из главных объяснений является наличие в его составе до 33% олефинов с изостроением углеводородных радикалов. Эти соединения обладают высокой способностью к адсорбции на поверхности угля благодаря наличию п-электронов в кратных С-С связях.

Высокой флотационной активностью и избирательность действия обладает реагент-вспениватель, содержащий диоксановые спирты. Извлечение горючей массы углей в концентрат повысилось на 7,3–8,8%. Высокая адсорбция диоксановых спиртов и их формалей достигается за счёт взаимодействия с полярными центрами поверхности угля по типу водородных связей.

Установлена высокая эффективность и селективность процесса флотации углей с высокой зольностью шахты «Чертинская-Коксовая» (ЦОФ «Беловская») при использовании вспенивателей, содержащих в своем составе высокомолекулярные спирты С12 – С16 (ВМС). Полученные флотоконцентраты содержат значительное количество минеральных примесей независимо от используемого реагента-вспенивателя, что позволит получать кокс, удовлетворяющий требованиям доменного производства.

Список используемых источников

1. Петухов В.Н. Основы теории и практика применения флотационных реагентов при обогащении углей для коксования. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 453 с. EDN: YJGCZ.

УДК 622.7./66.097.3:658.567.1

Гробов Е.А. (AuthorID: 1207852)

ОБЗОР МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ОТРАБОТАННОГО АЛЮМОХРОМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА

В современном мире проблема переработки отходов актуальна, особенно в нефтехимической промышленности, где используются алюмохромовые катализаторы. Их отходы могут создать серьезные экологические проблемы.

Основными компонентами алюмохромового катализатора являются оксид алюминия (Al_2O_3) — 70 %, оксид кремния (SiO_2) — 15 %, оксид хрома (Cr_2O_3) — 12 % и шестивалентный оксид хрома (CrO_3) — 3 %. Примерно 100 000 тонн использованного катализатора содержат около 42 500 тонн алюминия и до 10 000 тонн хрома.

Мировой опыт показывает, что на большинстве производств отработанный катализатор не утилизируется из-за отсутствия установок и нежелания сторонних организаций работать с токсичным материалом, содержащим канцерогенный шестивалентный хром. Тем не менее, в этих отходах содержатся полезные элементы, такие как оксиды хрома и алюминия, которые можно извлечь и использовать в различных отраслях промышленности. В России используются различные методы восстановления и утилизации алюмохромовых отходов, которые можно разделить на несколько категорий в зависимости от типа процесса (таблица).

Таблица - Методы восстановления и утилизации алюмохромовых отходов

Механизмы процессов	Краткое описание	Получаемый продукт
Химические	Восстановление типичными восстановителями CO, Na_2SO_3, гидразин и др.	Инертный осадок оксидов и гидроксидов хрома
	Методы чёрной металлургии	Ферросплавы с различным содержанием хрома
Физические	Предварительная дезинтеграция и использование в качестве инертного наполнителя	Строительные смеси, ЛКМ, асфальтобетоны и т.д.
	Обезвреживание и захоронение	Инертный твёрдый материал, складируемый в шламонакопителях
Биологические	Восстановление соединений хрома в хранилищах сточных вод микроорганизмами	Технология применяется для получения очищенных стоков с возвратом их в технологический процесс или в окружающую среду

Разрабатываемая технология переработки базируется на новом химическом методе, который позволяет разделять хромсодержащие отходы на исходные компоненты, получая востребованные материалы: оксид алюминия и феррохромный концентрат.

УДК 622.7.01

Горлова О.Е. (AuthorID: 301567)

РАЗВИТИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИЙСКОГО ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

На российской карте добывающих и перерабатывающих предприятий ежегодно появляются десятки новых объектов: горно-обогатительных, горно-металлургических комбинатов, обогатительных, углеобогатительных и золотоизвлекательных фабрик. Российские недропользователи и в ближайшей перспективе активно готовятся к запуску ряда крупных проектов по добыче и переработке полезных ископаемых.

Расширение минерально-сырьевой базы страны происходит за счёт вовлечения в переработку труднообогатимых, забалансовых руд, сырья сложного вещественного состава, техногенного минерального сырья. А для динамичного развития отрасли необходимо современное обогатительное оборудование. Однако новые санкции, введённые против России, существенно ограничили, а в некоторых случаях и полностью прекратили доступ к обогатительному оборудованию ведущих мировых производителей.

В течение нескольких десятилетий по технологиям и проектам зарубежных компаний были построены многие ГОКи и фабрики, которые были полностью оснащены импортным оборудованием, доля которого часто занимает более 50%. Как следствие, сегодня отечественные горнодобывающие компании и проектанты столкнулись с серьёзными рисками в связи с уходом с российского рынка некоторых крупных поставщиков оборудования.

При этом введение санкций открыло перспективы для отечественных разработчиков и производителей горно-обогатительного оборудования. Наметились некоторые позитивные сдвиги, появились и выросли некоторые российские компании, а заказчики пересмотрели своё отношение к российским решениям. Поэтому обращение российских потребителей к российским производителям считают значимой позитивной тенденцией последнего времени. Сегодня российские производители некоторых видов обогатительного оборудования имеют значительный опыт, компетенции и возможности для замещения иностранного оборудования, продолжают разрабатывать новые решения и выпускать конкурентоспособную продукцию. Они способны во многом закрыть потребности отечественного рынка по флотомашинам, магнитным сепараторам, радиальным сгустителям, рудоразмольным мельницам и другому оборудованию. Но при этом остаются и некоторые «критические» позиции оборудования, по которым сегодня существует импортозависимость.

Будет проведен критический анализ современного состояния и перспектив производства российского обогатительного оборудования. Будут рассмотрены примеры обогатительных агрегатов, по которым уже достигнуты положительные результаты, и примеры компаний-производителей, которые разрабатывают новые решения и выпускают конкурентоспособную продукцию. Но также будут рассмотрены проблемы отечественного горного машиностроения и риски, связанные с ограничением доступа российским компаниям к современным мировым технологиям и технике переработки минерального сырья.

УДК 544.723

Дегодя Е.Ю. (AuthorID: 680293), **Гаврилова Н.Ф., Шлык А.В.** (студент)

ИЗУЧЕНИЕ АДСОРБЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ФЛЮОРИТА ПЕРМАНГАНАТНЫМ МИКРОМЕТОДОМ

Флюорит относится к минералам с хорошей естественной флотируемостью и в присутствии жирнокислотных собирателей. В качестве собирателя флюорита был исследован олеат натрия. Исследования адсорбционной способности олеата натрия на поверхности флюорита проводились перманганатным микрометодом, основанный на окислении олеатного радикала перманганатом калия по месту двойной связи. Окисление протекает в кислой среде с участием пары Mn(VII)/Mn(II): марганец со степенью окисления +7 восстанавливается до степени окисления +2. Индикатором в методе перманганатометрии служит сам раствор $KMnO_4$, который имеет малиново-фиолетовую окраску из-за иона MnO_4^-; получающийся после реакции катион Mn^{2+} бесцветен. Пока в определяемом растворе есть восстановитель, прибавляемый из бюретки перманганат будет обесцвечиваться. Как только восстановитель прореагирует полностью, первая лишняя капля $KMnO_4$ окрасит раствор в розовый цвет, что говорит об окончании реакции и достижении точки эквивалентности [1].

Определение количества закрепившегося олеата натрия на поверхности флюорита проводили 0,002 N раствором $KMnO_4$. Количество олеата натрия определяли по градуировочной кривой. Для построения данной кривой производили титрование ряда растворов различной концентрации при объеме раствора, равном 10 мл. Результаты исследований адсорбционной способности олеата натрия на поверхности флюорита показали, что изотерма адсорбции описываются уравнением прямой линии удовлетворяющей закону Генри. Полученная линейная изотерма характерна для адсорбции на микропористых адсорбентах, к которым относится флюорит, и соответствует таким условиям, при которых число адсорбционных центров остается постоянным в широкой области концентраций. По мере заполнения одних центров появляются новые, и доступная для адсорбции поверхность увеличивается пропорционально количеству адсорбированного из раствора вещества. Данный случай встречается редко в практике флотации и характерен для минералов, обладающих совершенной спайностью. При измельчении таких минералов может образовываться определенное количество частиц, отвечающих условию идеальности поверхности кристаллической решетки в отношении энергетической равноценности катионных и анионных узлов.

Список используемых источников

Айвазов Б. В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции. – М.: Высш. шк., 1973. – 205.

УДК 553.98

Дегодя Е.Ю. (AuthorID: 680293), **Анисимова В.Е.** (студент)

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПЛАВИКОВОГО ШПАТА В РОССИИ

Российская сырьевая база плавикового шпата по количеству балансовых запасов достаточна для обеспечения внутренних потребностей. По состоянию на 01.01.2023 г. балансовые запасы плавикового шпата учтены в 39 месторождениях (35 содержат собственно флюоритовые руды, 4 — комплексные флюоритсодержащие) и составляют 29,2 млн т. Еще 4 объекта (2 собственно флюоритовых и 2 комплексных флюоритсодержащих) содержат только забалансовые запасы [1]. Забалансовые запасы в целом по стране составили 34,4 млн т. Сырьевая база плавикового шпата практически полностью сосредоточена в Дальневосточном ФО, главным образом – в Забайкальском и Приморском краях и в Республике Бурятия. На долю комплексных флюорит-содержащих руд (флюорит-бериллиевых, редко-металльно-барит-флюорит-железистых, флюорит-оловянно-вольфрамовых и цинковых с флюоритом) приходится 12,3% запасов России. Из-за невысокого содержания CaF_2 (6,2–12%) и технических сложностей обогащения извлечение флюорита из них в настоящее время низко рентабельно. Степень промышленного освоения российских запасов плавикового шпата средняя. В месторождениях, имеющих статус «разрабатываемые», заключено 37,3% балансовых запасов, из них 75% — в законсервированных Вознесенском и Пограничном месторождениях. В разведываемых и подготавливаемых к освоению объектах находится еще 9,5% запасов. В нераспределенном фонде недр остается 53,2% запасов [1]. С 2014 г. добыча плавикового шпата в России ведется в ограниченных количествах. Крупное Эгитинское месторождение кварц-карбонатно-флюоритовых руд разрабатывается открытым способом компанией ООО «Эгитинский ГОК Плюс». Согласно проекту, флотационное обогащение добытой руды со средним содержанием CaF2 41,5% обеспечит сквозное извлечение флюорита на уровне 80% с - получением концентратов кислотного сорта марок ФФ-92 (содержание CaF2 93,9%) и ФХС-95. После выхода ГОКа на полную мощность его годовая производительность по сырой руде составит 150 тыс. т, по конечным концентратам — 49 тыс. т; проектный срок службы — до 2039 г. В 2022 г. из недр месторождения добыто 128 тыс. т руды (75 тыс. т плавикового шпата). Фабрикой переработано 127,4 тыс. т сухой товарной руды, содержащей 51,5 тыс. т плавикового шпата, из которой получено 40 тыс. т концентрата со средним содержанием CaF2 95,6% при извлечении 68,3–78%. В 2022 г. ООО «Волдинский флюорит» в малых объемах вело карьерную отработку кварцфлюоритовых руд мелкого месторождения Шахматное рентгенолюминисцентной сепарацией с получением концентрата марки ФК-75 [1].

Список используемых источников

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской федерации в 2022 году». Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. — М., 2023. — 640 с.

УДК 624.131

Орехова Н.Н. (AuthorID: 1207952), **Мацук А.П.** (студент)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА ЕСТЕСТВЕННОГО ОТКОСА

Естественный угол откоса – это максимальный угол наклона, под которым сыпучий материал может находиться в состоянии устойчивого равновесия без дополнительной поддержки. Учет угла естественного откоса важен при проектировании дорожных откосов; при определении максимально допустимых углов скатов искусственных насыпей в карьере, отвалах, штабелях; для оценки устойчивости естественных откосов; для определения объемов перевозящего транспорта.

Угол естественного откоса (α) зависит от множества факторов. В данной исследовательской работе изучался угол естественного откоса в узких классах крупности при изменении влажности. Это важно учитывать для хранения материала в конусах на складах. Измерение проводилось на лабораторной установке УВТ-3М. Изменяемыми параметрами являются влажность (X_1) и крупность (X_2) материала со значениями 0,5-2% и -0,25+3 мм соответственно. В качестве изучаемого материала использовался флюорит.

Способ определения заключается в следующем: прибор (рис. 1) ставится на горизонтальную поверхность, материал засыпается в камеры прямоугольного типа, выравнивается, затем камера переворачивается с равномерной скоростью. Происходит обрушение массы сыпучего продукта, а образовавшийся угол является углом естественного откоса. Опыт повторяется с различной крупностью и влажностью материала. Для получения более точного результата каждый опыт повторяется три раза, а как результат принимается среднее арифметическое значение. Расхождение между результатами отдельных измерений и их средней арифметической величиной не превышало 5%. В результате проведение опытов по плану полного факторного эксперимента и обработки результатов получили уравнение регрессии: $\alpha=44,47+0,003X_1+0,42X_2-0,02X_1X_2$

Данные показали, что с уменьшением крупности зерен угол естественного откоса уменьшался с 41,5° до критического значения 35,5°, затем снова возрастал до значения 38,5°. С увеличением значения влажности материала угол естественного откоса увеличился с 40,8° до 45°(рис. 2).

Определили, что наибольшему углу естественного откоса в изучаемой области моделирования соответствуют влажность материала 2% и средняя крупность 1,5 мм.



Рис. 1. Лабораторная установка УВТ-3М



Рис. 2. Влияние влажности материала на угол естественного откоса

УДК 622.743

Фадеева Н.В. (AuthorID: 459197), **Зинченко А.А.** (студент)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРОХОЧЕНИЯ МРАМОРНОГО ЩЕБНЯ

Одним из показателей качества фракционированного мраморного щебня является содержание в нем пылевидных и глинистых частиц. Налипая на поверхность крупных частиц, они ухудшают их сцепление с вяжущими веществами. Сухое грохочение не позволяет получить продукт заданного качества, а мокрое является более затратным и поэтому используется редко.

Налипание тонких частиц обусловлено явлением агломерации за счет электростатических сил и имеет место не только в производстве щебня, но и при производстве цемента. В процессе помола цемента с явлением налипания мелких частиц на крупные успешно борются добавками поверхностно-активных веществ (ПАВ). Механизм действия ПАВ обусловлен нейтрализацией, электростатической составляющей сил адгезионного взаимодействия между частицамии повышением подвижности материала, поэтому реагенты, обладающие схожим действием, названы «антистатиками».

В данной работе проведено сравнение действия двух реагентов-антистатиков на эффективность отделения тонких частиц от крупных в процессе грохочения мраморного щебня крупностью 10-0 мм. Приведены результаты сравнительного анализа гранулометрического состава, микроскопического изучения поверхности частиц и химического состава надрешетного продукта. Для обработки мраморного щебня использовались растворы реагентов-антистатиков концентрацией 0,1%. При исследованиях варьировался расход реагента, который при этом обеспечивал увлажнение материала не более 5%.

Сравнение грансостава мраморного щебня до и после обработки его растворами антистатиков, выполненное ситовым анализом, показало отличие в содержании в пробе частиц крупностью менее 2,5 мм: 8,3% до обработки и 19,1% после обработки.

Микроскопические исследования поверхности частиц надрешетного продукта грохочения исходного мраморного щебня и щебня, обработанного реагентами-антистатиками, выполненные на анализаторе изображений SIAMS Photolab™, показали, что поверхность частиц исходного щебня загрязнена значительным количеством пылеватых частиц, а предварительная обработка щебня регентом – антистатиком способствует полной очистке поверхности крупных частиц от мелких в процессе грохочения.

При установленных оптимальных параметрах реагентной обработки достигнуто увеличение эффективности сухого грохочения с 67,0% до 87,4% и улучшение показателей химического состава щебня: снизилась массовая доля Fe_2O_3 с 0,155% до 0,14% и увеличилась массовая доля MgO и $CaCO_3$ с 5% до 7% и с 89% до 91% соответственно.

Экономическая эффективность использования в процессе сухого грохочения предварительной реагентной обработки будет обусловлена увеличением производительности и повышением качества готовой продукции.

УДК 622.734

Сединкина Н.А. (AuthorID: 662053), **Ступина А.Я.** (студент),
Сагадатова А.В. (студент), **Пермякова А.М.** (студент)

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПРИРОСТА КЛАССА -0,074 ММ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ

Актуальность работы: массивные тонковкрапленные титаномагнетитовые руды требуют для эффективного обогащения тонкого помола. Для изучения влияния ультразвуковой обработки на измельчение руды в лабораторных условиях первоначально добивались наибольшего наибольшей тонины помола при заданном времени помола. Целью работы являлось получение наибольшего прироста целевого класса за фиксированное время. Идея заключается в подборе оптимальных параметров за счет поочередного изменения: шаровой нагрузки Gш, разжиженности R и диаметров шаров d. Объект исследования: титаномагнетитовая руда месторождения Малый Куйбас.

Для исследования подготовили пробу руды массой 2 кг, крупностью 1 мм. С помощью ручного магнита сделали магнитный анализ исследуемой руды, разделили пробу на магнитную и немагнитную фракции и в дальнейших опытах использовали магнитную фракцию, выход которой составил 711 г. Для каждого опыта методом квадратования отобрали навеску массой 45 г, произвели предварительный ситовый анализ для выявления содержания целевого класса в исходной навеске

Измельчение производили в лабораторной мельнице объемом 126 $см^3$ при фиксированном времени измельчения 10 мин. Слив мельницы высушивали и проводили ситовый анализ для выявления содержания целевого класса в измельченном продукте, зная содержание целевого класса в исходной пробе и в измельченном продукте, рассчитывали прирост класса -0,074 мм.

В первой серии опытов изменяли шаровую нагрузку от 20% до 40% В результате 5 опытов получили наибольший прирост класса -0,074 мм при шаровой нагрузке 20%. Во второй серии опытов изменяли разжиженность от 0,5 до 1,5. Произвели 3 опыта и в результате получили наибольший прирост класса -0,0,074 мм при разжиженности, равной 1. В третьей серии опытов изменяли соотношения масс шаров диаметром 7 и 3 мм, а именно 100% 7 мм, 100% 3 мм, 40:60, 60:40, 50:50, произвели 5 опытов, в результате чего получили, что при соотношении диаметров шаров 7мм 100% прирост класса -0,074 наибольший.

По окончании выполнения серий опытов построили графики зависимости прироста класса -0,074 мм от каждого параметра: шаровой нагрузки, разжиженности, соотношения шаров.

Выделив два наиболее значимых параметра, а именно шаровую нагрузку (G, %) и разжиженность (R), составили и реализовали матрицу планирования полного факторного эксперимента 2^3, в результате которого получили уравнение модели, апроксимирующего изученную область значений факторов с вероятностью 95%:

Y=2,83+0,0002G+0,003GR-0,36R, где Y- прироста класса -0,074 мм, %.

УДК 622.73

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

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ТИТАНОМАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ НА СЕЛЕКТИВНОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ

Современные оборудование и технологии измельчения путем простого уменьшения размеров кусков обеспечивают полное раскрытие сростков лишь при измельчении до крупности наименьшего размера извлекаемого минерала, что вызывает переизмельчение материала, в том числе и уже освободившихся зерен извлекаемого минерала и их потерей. Одновременно при этом будет значительно повышаться при рудоподготовке энергопотребление. На практике полного раскрытия сростков, как правило, не достигают, что обуславливает потери извлекаемых минералов и снижение качества получаемых концентратов. Но это реализуется в случае если другие минералы, находящиеся в сростках, не затрудняют значительно дальнейшую переработку концентратов.

Для достижения высокой степени раскрытия сростков необходимо применять селективную рудоподготовку, обеспечивающую избирательное разрушение сростков без переизмельчения минералов. Современными направлениями селективной рудоподготовки являются магнитоимпульсная и ультразвуковая обработки минерального сырья перед его измельчением.

Проведен анализ литературных данных по разупрочнению различных материалов и селективному разрушению сростков, который показал, что обработка материала перед измельчением может влиять на распространение трещин, обеспечивая их развитие преимущественно по границам срастания минералов. Это положительно скажется на последующее селективное разрушение минералов.

В работе проведены исследования по измельчаемости титаномагнетитовой руды месторождений Малый Куйбас, Медведевского, Копанского и Тымлай с использованием предварительной обработки.

Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии обработки на последующее разупрочнение минералов титаномагнетитовой руды.

Получены следующие выводы по проведенной работе:

1) магнитоимпульсная и ультразвуковая обработки, вызывающие разупрочнение титаномагнетитовой руды, интенсифицируют последующее измельчение руды и время измельчения, необходимое для получения тонины помола 70-90% класса 0,071-0 мм, снижается почти в два раза;

2) при мокрой магнитной сепарации, после измельчения с предварительной обработкой, в магнитном продукте происходит снижение массовой доли диоксида титана в два раза при одновременном повышении в нем массовой доли железа и увеличении извлечения железа в магнитный продукт на 5-10%, что свидетельствует о более полном селективном раскрытии сростков после магнитоимпульсной и ультразвуковой обработок

Снижение массовой доли диоксида титана в магнитном продукте после обработки руды позволяет перерабатывать среднетитанистые титаномагнетитовые руды.

УДК 622.74

Сединкина Н.А. (AuthorID: 662053), **Зинченко А.А.** (студент),
Анисимова В.Е. (студент), **Павлова Е.В.** (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГРОХОЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КАМНЯ

В России много месторождений мрамора, который широко используется в строительстве благодаря своим уникальным свойствам: прочности, влагостойкости, термостойкости и экологической безопасности. Из природного мрамора производят щебень и микрокальцит. Однако качество этих продуктов может ухудшаться из-за наличия мелких пылеватых частиц, которые негативно влияют на процесс грохочения. Литературный обзор показал, что для удаления мелких частиц можно использовать специальные реагенты-антистатики вместо традиционных методов, таких как промывка или сушка.

Цель данной работы — исследовать влияние реагента Daragrind 240 на эффективность грохочения мраморного щебня в лабораторных условиях.

Визуальный анализ исследуемого материала - мраморного щебеня фракции менее 70 мм, показал, что минералы обладают сахаристой текстурой и среднезернистой структурой. Встречаются куски белого и молочно-жёлтого цвета со стеклянным блеском. Во впадинах и ямках на поверхности минералов скапливаются мелкие пылевидные частицы белого цвета. Ситовым анализом установлен выход класса -20+10 мм — 39,8%, а класса -1,25 + 0 мм — 24,25%. Влажность, определенная по ГОСТ 8269.0-97, 0,02%, является очень низкой и не учитывается в дальнейших опытах. Грохочение осуществляли на инерционном грохоте с ситом 26 на 81 см, с размером ячейки 2 мм. Обработка реагентом проводилась разбрызгиванием заданного количества раствора из пульверизатора.

Из исходного материала отобраны пробы массой 3000 г с одинаковым распределением классов щебня по крупности. Первоначально проведено грохочение с тремя навесками в параллели для определения исходных параметры работы грохота при достижении наибольшей эффективности грохочения без реагентной обработки. Установлены следующие рациональные параметры: напряжение 110 В, продолжительность грохочения 14 минут, угол наклона 15°.

Проведены однофакторные опыты грохочения щебня с использованием реагента-антистатика, при влажности материала 5% и 2% и расходах реагента 0, 5, 10, 15 и 20 г/т. Наибольшее значение эффективности грохочения, равное 96,63%, достигается при влажности 2% и расходе реагента 5 г/т.

Эти результаты приняты за нулевой уровень полного факторного эксперимента ПФЭ 2^2, на основании результатов которого составлена математическая модель, описывающая зависимость эффективности грохочения от расхода реагента-антистатика(q, г/т) и влажности материала (ω, %) : $E=100 – 1{,}25q – 1{,}15\omega - 0{,}12\ q\ \omega$. Рассчитанное максимальное значение эффективности грохочения, равное 97,7%, соответствует влажности материала 3% и расходу реагента 3,5 г/т. Более значимым фактором, влияющим на процесс, оказался расход реагента.

Таким образом, были определены оптимальные параметры, при которых достигается наилучший результат. Это доказывает целесообразность применения реагентов-антистатиков для улучшения условий грохочения.

УДК 622.73

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

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕНСИФИКАТОРОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

В практике работы обогатительных фабрик при исследованиях и анализе энергетической эффективности работы дробильных, измельчительных машин и установок используют следующие показатели энергетических затрат:

1) удельный расход электроэнергии на 1 т обработанной руды;

2) удельный расход электроэнергии на 1 т вновь образованного расчетного класса крупности менее 0,071 мм;

3) энергетическая эффективность процесса дробления, равная массе вновь образованного расчетного класса крупности на 1 кВт/ч затраченной электроэнергии.

Проведены исследования на титаномагнетитовой руде Копанского и Медведевского месторождений. Изучено влияние реагентов на показатели энергетических затрат. Результаты экспериментов приведены в таблице.

Таблица - Влияние ПАВ на энергетические показатели измельчения титаномагнетитовой руды Копанского и Медведевского месторождений

Показатели	Наименование реагента, расход			
	Без реагента	кальцинированная сода, 500 г/т	жидкое стекло, 500 г/т	триполифосфат натрия, 1000 г/т
Титаномагнетитовая руда Копанского / Медведевского месторождений				
удельный расход электроэнергии $Э_o$ (кВт·ч/т)	14,76/14,5	14,46/14,3	14,6/14,47	14,66/14,51
удельный расход электроэнергии $Э_d$ (кВт·ч/т)	24,4/24,35	20,6/20,4	22,7/21,9	23,1/22,8
энергетическая эффективность измельчения l (т/кВт·ч)	0,05/0,056	0,07/0,72	0,062/0,051	0,065/0,058

Приведенные данные в таблице свидетельствуют о снижении удельного расхода электроэнергии и повышения энергетической эффективности измельчения при использовании всех реагентов, как поверхностно-активных веществ в процессе измельчения титаномагнетитовой руды. Проведенные исследования свидетельствуют о целесообразные использования кальцинированной соды с расходом 500 г/т, что позволит снизить затраты на электроэнергию в цикле измельчения на 15%.

УДК 622.7.01

Шавакулева О.П. (AuthorID: 459197), **Рябикова М.В.** (студент),
Якшимбаева А.А. (студент)

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРМОМАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ ХРОМИТОВЫХ РУД

Современная ситуация в области переработки и добычи сырья для черной металлургии, обязывает усовершенствовать известные методы обогащения, так как, сырье, поступающее на фабрику, является «бедным» по содержанию ценного компонента. Наиболее распространённым способом разделения хромитовых руд является – гравитационное обогащение и магнитная сепарация. При разделении этих руд есть недостаток – невозможность регулирования отношения Cr_2O_3 / FeO в зерне хромита, невозможность извлечения примесных оксидов никеля и кобальта.

В работе приведены результаты изучения влияния температуры нагрева руды и напряженности магнитного поля сепаратора на показатели извлечения ценного компонента в концентрат. В ходе выполнения испытаний уточнен метод проведения эксперимента. Целью проводимых исследований является оценка и выбор оптимальных режимов для проведения опытов термомагнитной сепарации.

Поставленная задача решается тем, что в способе обогащения магнезиальных хромитовых руд, включающем дробление руды, обжиг, охлаждение и магнитную сепарацию с получением хромитового железного концентрата и железосодержащего продукта, обжиг осуществляют в окислительной атмосфере в интервале температур 900-1000°С и проводят выдержку в этом интервале температур в течение времени, определяемом необходимой степенью обогащения, охлаждение осуществляют на воздухе, а перед магнитной сепарацией проводят измельчения руды до фракции - 0,040 мм.

Выбор оптимальных параметров был осуществлен посредством проведения исследования на лабораторном валковом сепараторе с предварительным нагревом хромитовой руды в муфельной печи при температурах от 100°С до 180°С. Со сменой силы тока магнитного поля от 0,5 А до 10 А. Наибольшее значение извлечения, равное 13,9%, достигается при температуре нагрева 160 °С и токе 8 А.

Эти результаты приняты за нулевой уровень полного факторного эксперимента ПФЭ 2^2 , на основании результатов которого составлена математическая модель, описывающая зависимость извлечения от величины тока (I, А.) и температуры нагрева (Т, °С): $E=100 – 0{,}102 \cdot I – 0{,}32T – 0{,}054 \cdot IT$. Рассчитанное максимальное значение извлечения, равное 14,6%, соответствует силе тока 10А и температуре нагрева 160°С. Более значимым фактором, влияющим на процесс, оказалась температура нагрева.

Таким образом, были определены оптимальные параметры, при которых достигается наилучший результат. Это доказывает целесообразность применения термомагнитной сепарации при обогащении хромитовых руд.

Термомагнитная сепарация представляет собой эффективный метод обработки хромитовых руд, который демонстрирует значительный потенциал в сравнении с традиционными методами.

УДК 622.765.431.2

Арабаджи Я.Н. (AuthorID: 1275499), **Орехова Н.Н.** (AuthorID: 1207952),
Абдрахманов К.И., Абдрахманов Э.И.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ И ПРИЧИН ЗАГРЯЗНЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ШЛАМИСТЫМИ ЧАСТИЦАМИ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

Исходным сырьём для металлургического производства являются флотационные концентраты. Современная практика рудоподготовки, учитывая сложный состав добываемых руд и переработку тонковкрапленных бедных руд, не позволяет избежать избыточного переизмельчения. Это приводит к образованию большого количества тонких и ультратонких частиц (шламов) как сульфидных, так и породообразующих минералов. Из-за этого снижается эффективность селекции минералов при флотации, и концентраты загрязняются шламистыми частицами вмещающих пород. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения качества концентратов, получаемых в процессе флотационного обогащения. Объект исследования – методы, направленные на уменьшение содержания пустой породы в пенном продукте. Предмет исследования – область и эффективность их применения.

Цель выполненного исследования – систематизация и анализ, существующие методов улучшения качества концентрата при прямой флотации из ошламованной пульпы, определить наиболее эффективные и перспективные из них. Задачи исследования: сформировать подход к изучению проблемы; выявить новые методы, позволяющие снизить качество концентрата при флотации из пульпы с высоким содержанием шламов.

В работе был применён аспектный анализ научной информации и анализ практики повышения качества сульфидных концентратов. В частности, были рассмотрены вопросы флотоактивности минералов пустой породы, образования тонких и сверхтонких частиц, их налипания на частицы сульфидов флотоактивной крупности, а также механического выноса в пенный продукт. В докладе представлены результаты исследований российских и зарубежных учёных, преимущественно за последние десять лет.

Установлено, что основным методом снижения массовой доли пустой породы в концентратах является подбор депрессоров. В последнее время всё более актуальным становится моделирование депрессоров в современных специализированных программных продуктах, что позволяет создавать новые эффективные депрессоры, модифицируя существующие, подбирая ранее не используемые химические вещества или создавая композиции реагентов. Такой подход позволяет подобрать индивидуальный депрессор для каждого конкретного рудного сырья. Одним из важных направлений снижения загрязнения сульфидных концентратов компонентами пустой породы является изучение минимизации их механического выноса, на который влияет множество факторов. В отечественной литературе изучению этого явления и определению соответствующих параметров уделяется мало внимания. Для достижения эффективного снижения загрязнения концентратов шламовыми частицами вмещающих пород необходимо осуществить интеграцию различных методов на основе оптимизации параметров процессов в ходе многофакторного эксперимента.

УДК 622.765

Орехова Н.Н. (AuthorID: 1207952), **Арабаджи Я.Н.** (AuthorID: 1275499),
Хардин И.С. (студент), **Шаманина Е.А.** (студент)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕАГЕНТА–ДЕПРЕССОРА НА ВЕЛИЧИНУ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ КВАРЦА И СФАЛЕРИТА

Основной характеристикой смачиваемости плоской поверхности твердого тела жидкостью является краевой угол смачивания Θ. Он отсчитывается от касательной к свободной поверхности жидкости, проведенной в точке раздела трех фаз (жидкой, газообразной, твердой), в сторону жидкости. В настоящей работе проанализированы экспериментальные данные исследования смачиваемости минеральной поверхности аншлифов кварца и сфалерита и определение Θ при различной концентрации нового реагента RD-1033, позиционируемого разработчиком в качестве депрессора кварца. Изучение проводили методом лежачей капли на лабораторной установке для определения краевого угла смачивания.

При выполнении первой серии эксперимента по изучению влияния обработки поверхности кварца и сфалерита только реагентом RD-1033 определили, что при концентрации раствора реагента 0,01% Θ кварца минимален и ниже значения, полученного без обработки аншлифа. С увеличением концентрации реагента RD-1033 Θ на поверхности и кварца и сфалерита увеличивается.

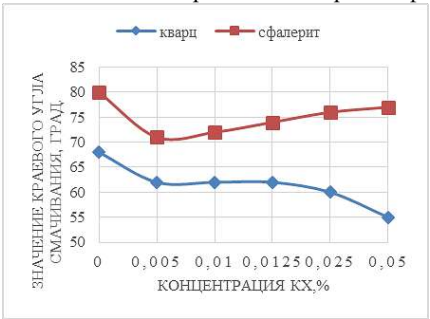


Рис. Влияние концентрации КХ на смачиваемость минералов, обработанных депрессором

При выполнении второй серии эксперимента (рис.), поверхности кварца и сфалерита обрабатывали сначала раствором RD-1033 с концентрацией 0,01% а затем раствором бутилового ксантогената (КХ) с концентрацией (%) 0,005; 0,01; 0,0125; 0,025; 0,05.

Определено, что новый реагент способствует снижению Θ минералов и в присутствии ксантогената, но при увеличении концентрации раствора КХ краевой угол смачивания сфалерита увеличивается, а краевой угол смачивания кварца остается на том же уровне, ниже уровня значения, полученного без обработки аншлифа. Разница между краевыми углами ZnS и SiO_2 возрастает. Из этого следует, что кварц становиться более гидрофильным из-за депрессирующих свойств реагента RD-1033 и при флотации будет оставаться в камерном продукте. С увеличением концентрации бутилового ксантогента обработанный депрессором сфалерит становиться более гидрофобным, и при флотации будет хорошо флотироваться в пенный продукт.

По вышеприведенным данным выбраны рациональные параметры, на основе которых разработан и проведен полный факторный эксперимент. Получено уравнение связи значения краевого угла смачивания с концентрацией реагента в растворе.

Секция «Геология, маркшейдерское дело»

УДК 622.1:528.74

Литвиненко Н.В. (AuthorID: 1002462), **Маврин Ю.Д.**

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МАРКШЕЙДЕРСКОГО МОНИТОРИНГА БОРТОВ КАРЬЕРОВ (РАЗРЕЗОВ) И ОТКОСОВ ОТВАЛОВ

Обеспечение устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов является одним из основополагающих элементов безопасной и эффективной разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Правилами обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов устанавливается требования о необходимости:

– проведения визуальных и инструментальных наблюдений за состоянием бортов, уступов и откосов;

– выявления зон и участков возможного проявления разрушающих деформаций бортов, бортов, уступов и откосов, и организации на этих участках стационарных инструментальных наблюдений и (или) дистанционного мониторинга;

– изучения выявленных нарушений устойчивости бортов, уступов, откосов, документирования нарушений, установления характера нарушений, степени опасности и причин возникновения.

Применение БПЛА в целях вышеперечисленных задач позволит выполнять эти работы значительно эффективнее и безопаснее по сравнению с традиционными методами выполнения данных работ.

Точность маркшейдерского мониторинга, согласно [1] не должна быть ниже ±15 мм для бортов карьеров (разрезов) и ±30 мм для отвалов, поэтому в работе определены параметры выполнения аэрофотограмметрической съемки с применением БПЛА, обеспечивающие необходимую точность выполнения маркшейдерского мониторинга устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов.

Список используемых источников

1. Приказ № 439 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов». 13.11.2020 г.

2. 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. – DOI 10.56195/20793332_2024_3_89_96. – EDN TFRHDF.

3. Съемка складов полезных ископаемых аэрофотограмметрическим способом при помощи БПЛА / Ю.Д. Маврин, Н.В. Литвиненко, Е. А. Романько, С. О. Картунова // Маркшейдерия и недропользование. – 2020. – № 4(108). – С. 51-53. – EDN JHMADA.

УДК 622.1

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

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГОРНОГО МАССИВА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАЛЫЙ КУЙБАС

Ориентация, частота, тип и вид трещин существенно влияют на основные физико-механические свойства пород, которые определяют стабильность горных выработок, условия их увлажнения (гидрогеологический режим подземных вод) и возможность разработки месторождений. Таким образом, трещиноватость является одним из ключевых факторов, влияющих на организацию горного производства. Детальный анализ трещиноватости повышает безопасность и эффективность работы [1].

Трещина — это разрыв сплошности горных пород, перемещение по которому либо отсутствует, либо имеет незначительную величину. Форма трещин отличается от формы других полостей в породах (пор, каверн и др.) резким преобладанием протяженности во всех направлениях стенок трещин над расстоянием между стенками. Трещины образуются при действии на породу сил, превышающих предел прочности породы. Эти силы возникают в результате различных эндогенных, экзогенных геологических и антропогенных процессов и могут быть как внешними для породы (тектонические, гравитационные и др. силы), так и внутренними, возникающими при изменении температуры, влажности, плотности породы [2].

Белоусов В.В. приводит геометрическую классификацию трещиноватости горных пород, в которой за основу берет линии скрещивания плоскостей трещины и напластования. В. Н. Попов, видоизменив классификацию В. В. Белоусова, разделяет все трещины по направлению простирания на продольные (разность углов простирания трещины и плоскости обнажения или откоса не более 20°), диагональные (разность углов простирания в пределах 21°-70°) и поперечные (разность углов простирания больше 70°) относительно направления простирания откосов уступов и бортов карьеров.

При изучении трещиноватости горных пород накапливается большое количество данных полевых замеров. Обработку и обобщение этих измерений производят с использованием различных круговых и прямоугольных диаграмм. А применение компьютерной технологий при обработке результатов массовых замеров трещиноватости прибортовых массивов позволит повысить точность оценки характера их распределения за счет более полного и многовариантного анализа исходных материалов и увеличить производительность при камеральной обработке.

Список используемых источников

1. Епифанцев О.Г. Трещиноватость горных пород. Основы теории и методы изучения: метод. реком. / О.Г. Епифанцев, Н.С. Плетенчук; СибГИУ. - Новокузнецк, 2008. – 41 с.

2. Рац, М. В. Трещиноватость и свойства трещиноватых горных пород / М. В. Рац, С. Н. Чернышев. – Москва: Издательство "Недра", 1970. – 164 с. – EDN TSSIWT.

УДК 622.1

Колкова М.С. (AuthorID: 1016578), **Агапов Д.Е.** (студент)

АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА КАРЬЕРЕ «МАЛЫЙ КУЙБАС»

Месторождение Малый Куйбас является комплексным, поскольку железные руды представлены четырьмя различными генетическими типами, которые пространственно связаны друг с другом и занимают определённое положение в общей структуре.

Первый тип - метасоматические магнетитовые руды, залегающие в раздробленных и метаморфизованных вулканических и осадочных породах в форме неправильных преимущественно линзообразных тел и имеющих наиболее важное промышленное значение.

Второй тип - позднемагматические титаномагнетитовые руды, связанные с рудоносным габбро в форме крутых жилообразных тел, параллельных между собой в центральной части северо-восточного габбрового штока.

Третий тип - элювиальные мартитовые и полумартитовые руды зоны выветривания магнетитовых и титан омагнетитовых руд, самостоятельного значения не имеют. Они преобладают в северной части месторождения, на остальной части окисленные руды отработаны карьером.

Четвертый тип - делювиально-коллювиальные валунчатые мартитовые руды, залегающие в виде пластов в неогеновых глинах на западном, северном и восточном склонах г. Малый Куйбас.

Месторождение имеет сложную структуру, обусловленную формированием его в крутой зоне дробления глубинного разлома. Характер структуры месторождения, в основном, определяется расположением доинтрузивных разрывных нарушений и зон дробления, формой субвулканических и интрузивных тел, заполнивших эти зоны (рис.).



Деформации бортов карьера «Малый Куйбас»

Список используемых источников

1. Рыльников, А. Г. Стабилизация качества добываемой руды на открытых горных работах при использовании спутниковой навигации: автореферат дис. кандидата технических наук: 25.00.22 / Рыльников А.Г.; [Место защиты: Магнитог. гос. техн. ун-т им. Г.И. Носова]. — Магнитогорск, 2013. — 21 с.

УДК 622.1

Колкова М.С. (AuthorID: 1016578), **Исаков С.А.** (студент)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ ОПОЛЗНЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МАРКШЕЙДЕРСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Зарождение деформаций происходит в глубине массива, которые лишь со временем достигают поверхности. Поэтому формирование глубинных разрушающих деформаций в начале развития процесса должно фиксироваться с помощью инструментальных маркшейдерских наблюдений и наблюдений за деформациями внутри прибортового массива.

Инструментальные маркшейдерские наблюдения являются основным средством получения информации о деформациях бортов карьеров и отвалов и наиболее надежной основой для прогноза их устойчивости. Наблюдения, анализ и интерпретация результатов наблюдений позволяют:

- определить величины смещений, деформаций, скоростей развития процесса деформирования и границы распространения деформаций;
- установить тип разрушающих деформаций прибортового массива пород;
- установить взаимосвязь между факторами, определяющими устойчивость прибортового массива, и процессом деформирования бортов карьеров и откосов отвалов и определить количественные соотношения между ними;
- определить критические величины деформаций, предшествующие началу активной стадии деформирования, для различных инженерно-геологических комплексов горных пород;
- осуществить контроль за ведением горных работ на деформирующихся участках бортов и отвалов;
- определить эффективность противодеформационных мероприятий.

Одной из задач мониторинга оползневых процессов является определение геометрических характеристик оползневого тела в разные моменты времени. Для общего решения требуется знать не только наружные границы оползня, но и его мощность, понимаемую как разность высот поверхности земли и поверхности скольжения.

При инженерных изысканиях на оползнях определением формы поверхности скольжения занимаются геологи в рамках расчета устойчивости откосов и определения оползневого давления. Среди широко используемых методов — вскрытие поверхности бурением, скважинная инклинометрия и геофизические методы. Предпочтение отдается прямым методам, как более надежным. Однако прямые методы изучения поверхности скольжения очень затратны и не всегда экономически обоснованы [1]. В то же время существует независимый геодезический метод определения мощности оползня, использующий результаты деформационного мониторинга сети пунктов на поверхности склона.

Список используемых источников

1.Кузнецов, А. И. Опыт использования данных геодезического мониторинга для построения поверхности скольжения оползня / А.И. Кузнецов, С.А. Моисеенко, В. А. Волков // Инженерные изыскания. – 2011. – № 2. – С. 56-59. – EDN TSCMFD.

УДК 622.831

Винальева Е.А. (AuthorID: 1188772)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ САРАНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХРОМИТОВЫХ РУД

Проблема безопасности эксплуатации подработанных территорий является актуальной для городов, расположенных в районах интенсивной подземной добычи полезных ископаемых, особенно на Урале. Процесс сдвижения земной поверхности после завершения горных работ может продолжаться десятилетиями, вызывая деформации, способные повредить здания и инфраструктуру.

Целью исследования является анализ факторов, влияющих на процесс сдвижения земной поверхности после завершения горных работ, и разработка рекомендаций по мониторингу и использованию таких территорий.

В работе рассмотрены основные факторы сдвижения, включая восстановление уровня грунтовых вод, уплотнение обрушенных пород и геодинамические подвижки. Предложены методы мониторинга: геодезический мониторинг, сейсмометрия, контроль состояния зданий и моделирование данных. Особое внимание уделено суперинтенсивным деформациям, локализованным в зонах тектонических нарушений [1].

На примере Сарановского месторождения хромитовых руд, где наблюдения ведутся с 1980 года, проведён анализ матрицы скоростей оседаний. Зафиксированы всплески оседаний (50,8 мм/год в 2007 г. и 37,9 мм/год в 2021 г.), не связанные с текущими горными работами, что подтверждает необходимость комплексного подхода к исследованию процесса сдвижения [2].

Полученные результаты позволяют утверждать, что сдвижение земной поверхности обусловлено совокупным воздействием природных и техногенных факторов. Дальнейшее изучение процессов сдвижения поможет оптимизировать использование подработанных территорий и минимизировать риски при их хозяйственном освоении.

Список используемых источников

1. Кузьмин, Ю. О. Современная геодинамика и оценка геодинамического риска при недропользовании / Ю. О. Кузьмин. – Москва : Агентство экономических новостей, 1999. – 220 с. – EDN WFPMKP.

2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023622239 Российская Федерация. Данные наблюдений за процессом сдвижения на Северопесчанском месторождении хромитов за 2021–2022 гг : № 2023621896 : заявл. 21.06.2023 : опубл. 05.07.2023 / С. В. Усанов, С. А. Ногин, Ю. П. Коновалова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук. – EDN KIBLDT.

Секция «Горные машины и транспортно-технологические комплексы»

УДК 502.174.3

Подболотов С.В. (AuthorID: 812683)

РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ВНЕДРЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Разработка методологии внедрения источников возобновляемой энергии при проведении подземных горных работ представляет собой важную задачу для повышения энергетической эффективности и экологической безопасности горнодобывающей отрасли.

В условиях работы под землей традиционные способы энергообеспечения, основанные на ископаемых источниках, приводят зачастую к повышенному загрязнению атмосферы рудников.

Внедрение источников возобновляемой энергии позволяет снизить зависимость от внешних энергоснабжений и снизить углеродный след.

Методология внедрения источников возобновляемой энергии при проведении подземных горных работ должна учитывать уникальные условия подземной среды, где традиционные способы энергетического обеспечения не всегда эффективны. Важным аспектом является комплексный подход к выбору и интеграции источников энергии, который основывается на особенностях горных работ и потребностях в электроэнергии для различных систем [1].

Ключевыми этапами разработки методологии являются: оценка энергетических потребностей, анализ доступных технологий, а также проектирование системы хранения и распределения энергии.

Учитывая специфику подземных объектов, важно предусмотреть гибкость в применении источников энергии, что позволит повысить их эффективность и устойчивость к внешним факторам, таким как геологические или климатические изменения [2].

Список используемых источников

1. Черняховская Ю.В. Эволюция методологических подходов к оценке стоимости электроэнергии. Анализ зарубежного опыта. Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, г. Москва. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://vestnik.ispu.ru/sites/vestnik.ispu.ru/files/published/4-16-str.56-68.pdf

2. Стройков Г.А. Использование возобновляемых источников энергии на горных предприятиях // Экономика и предпринимательство № 11-2 (76-2) 2016 г. – с. 1046-1048.

УДК 62-50

Подболотов С.В. (AuthorID: 812683)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА ТЕКУЧЕГО В ЦЕНТРОБЕЖНОМ ВЕНТИЛЯТОРЕ С СООСНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ РАБОЧИХ КОЛЕС В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SOLIDWORKS

Компьютерное моделирование распределения воздушного потока в центробежном вентиляторе с соосным расположением рабочих колес сосуществлялось с помощью программного модуля Solidworks Flow Simulation.

Для проведения аэродинамического расчета были определены следующие начальные условия: в качестве текучей среды выбран воздух; температура окружающей среды – 20°С; остальные параметры взяты по умолчанию [1]. Определены следующие граничные условия модели: объемный расход воздуха на входе во внутреннее рабочее колесо принят 18 $м^3$/ч давление окружающей среды установлено 101325 Па. В качестве критериев сходимости расчета приняты статическое давление на внутренней поверхности стенок корпуса вентилятора и объемный расход на выходе из наружного рабочего колеса [2].

Анализ полученных при моделировании данных показывает, что сходимость модели и экспериментальных данных находится в районе 20%, в виду нехватки вычислительных ресурсов для работы с более высоким уровнем сетки. При такой разности есть возможность проследить определённую зависимость полученных при моделировании даныхх, с экспериментальными [3].

Список используемых источников

1. Подболотов С.В., Кольга А.Д. Математическое и экспериментальное моделирование режимов работы центробежной турбомашины с коаксиальным расположением рабочих колес // Известия Уральского государственного горного университета. 2018. № 1. С. 80–84.

2. Design basis development for centrifugal turbo machines with a coaxial impellers location for mining-and-metallurgical industry conditions / S. Podbolotov, A. Kolga, B. Gabbasov, A. Kurochkin. // MATEC Web of Conferences Сер. "International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment: Mechanical Engineering and Materials Science, ICMTMTE 2019". 2019. P. 00061.

3. Improvement of the design of turbomachines / G. K. Akanova, I. N. Stolpovskikh, A. D. Kolga, S. V. Podbolotov // Горный журнал Казахстана. – 2022. – No. 9. – P. 20-26. – DOI 10.48498/minmag.2022.209.9.002. – EDN PKNJMM.

УДК 656.259

Подболотов С.В. (AuthorID: 812683)

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Системы позиционирования железнодорожного транспорта являются важным элементом управления движением и обеспечения безопасности перевозок. Они основаны на использовании различных технологий и подходов для точного определения местоположения подвижного состава.

Основу таких систем составляют методы измерения и анализа параметров движения, включая скорость, ускорение и пройденное расстояние. Эти данные обрабатываются с помощью специальных алгоритмов, что позволяет оперативно корректировать маршруты и предотвращать возможные аварийные ситуации. Кроме того, системы позиционирования часто включают в себя наземные датчики, которые обеспечивают дополнительную информацию для повышения точности определения местоположения [1].

Ключевыми преимуществами таких систем являются улучшение контроля за движением поездов, повышение эффективности использования железнодорожной инфраструктуры, сокращение эксплуатационных затрат и увеличение пропускной способности [2]. Однако их реализация связана с преодолением сложностей, таких как работа в условиях помех, сложного рельефа или в тоннелях, где использование стандартных методов может быть затруднено. Кроме того, важно учитывать климатические и эксплуатационные особенности регионов, где внедряются такие системы, чтобы обеспечить их надежность и долгосрочную эксплуатацию. [3].

Список используемых источников

1 A Train Positioning Method Based-On Vision and Millimeter-Wave Radar Data Fusion /Wang Z., Yu G., Zhou B., Wang P., Wu X. // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2022. 23. № 5. С. 4603–4613.

2 A Survey of Train Positioning Solutions /Otegui J., Bahillo A., Lopetegi I., Diez L. E. // IEEE Sensors Journal. 2017. 17. № 20. С. 6788–6797.

3 A precise and reliable train positioning system and its use for automation of train operation /Albrecht Th., Lüddecke K., Zimmermann J. // IEEE International Conference on Intelligent Rail Transportation (ICIRT). 2013. С. 134–139.

УДК 622.235.5

Першин Г.Д. (AuthorID: 130526), **Пшеничная Е.Г.** (AuthorID: 417266),
Эрмосо Д.Г. (студент)

РАЗРУШЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ОТДЕЛЬНОСТЕЙ ГОРНЫХ ПОРОД ОДИНОЧНЫМ ШПУРОВЫМ ЗАРЯДОМ

Целью работы является разработка методики расчета динамического разрушения отдельностей горных пород на основе применения шпурового заряда путем энергетического подхода. Отсутствие общепринятой базовой динамической расчетной методики разрушения горных пород в технологических процессах их добычи и первичной переработки объясняется двумя основными причинами.

Во-первых, в квазихрупкой постановке для статического разрушения пород не существовало такой расчетной модели которая послужила бы основой для построения динамической схемы расчета.

Во-вторых, все попытки обосновать для практики существующие горнотехнологические характеристики пород как: крепость, дробимость, буримость, взрываемость и др., определялись на основе феноменологических теорий прочности, т.е. путем использования в расчетах классических критериев оценки сопротивляемости пород внешнему силовому воздействию без нарушения их сплошности, которые не в полной мере отражают реальные особенности процессов квазистатического разрушения.

Методология включала обоснование возможности создания единой расчетной схемы статического и динамического нагружения горных пород, как непрерывной функциональной зависимости энергоемкости процесса их разрушения от степени дробления[1]. При этом, за основу универсальной зависимости была принята ранее подтвержденная широкими экспериментальными исследованиями механического разрушения пород динамическим способом, гипотеза о пропорциональной зависимости количества подводимой энергии от степени дробления. За показатель степени дробления принято количество крупноблочных кусков, образованных путем развития сквозных радиальных трещин нормального разрыва [2].

Полученный показатель энергоемкости динамического разрушения горных пород дает возможность минимизировать энергетические затраты при взрывном дроблении негабарита, а также при проектировании и организации проведения горных выработок с помощью буровзрывных работ.

Список используемых источников

1. Решение задачи Ляме в квазихрупкой постановке для обоснования схемы расчета разрушения горных пород шпуровым способом / Г. Д. Першин, Е. Г. Пшеничная // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2023. – № 3. – С. 43-54. – DOI 10.21440/0536-1028-2023-3-43-54. – EDN ITLOSE.

2. Концепция квазихрупкого разрушения горных пород применительно к процессам их добычи и переработки / Г. Д. Першин, Е. Г. Пшеничная // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 4. – С. 64-75. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-4-64-75. – EDN WNFSMP.

УДК 621-049.32-036.7

Кудряшов А.А. (AuthorID: 358713)

ВСТРОЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Наиболее ответственными элементами грузоподъемных машин являются их металлоконструкции. Они же требуют наибольшего внимания при эксплуатации и технических освидетельствованиях. На них приходится и основная доля ремонтов. Дефектами металлоконструкций, представляющими наибольшую опасность, являются трещины в основном металле, в сварных швах и околошовной зоне. Опасность трещин в непредсказуемости их развития и вытекающих последствий. Вследствие этого «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» запрещают эксплуатацию грузоподъемных машин до проведения ремонта при выявлении трещин любого размера в ответственных металлоконструкциях [1].

Выявление трещин может быть затруднено наличием пыли, грязи, смазочного материала, лакокрасочного покрытия. Поэтому осмотр не является надежным способом их выявления. При технических освидетельствованиях места возможного наличия трещин должны быть очищены и при необходимости зачищены до металлического блеска [2]. Интервалы таких процедур могут достигать года, что противоречит своевременности принятия мер по устранению опасных дефектов. Экспертными службами освоены и успешно применяются неразрушающие методы выявления трещин (ультразвуковой, вихретоковый, коэрцитивный и др.), позволяющие обнаруживать даже скрытые трещины. Они применяются также для периодических обследований. Следующим шагом должно стать их применение для непрерывного мониторинга технического состояния элементов металлоконструкций. Прогрессивные технологии диагностики и автоматизации, их совершенствование, широкое распространение и удешевление позволяют осуществлять такие функции встроенными системами контроля технического состояния (ВСКТС).

Важнейшим преимуществом ВСКТС является наиболее точное выявление отклонений, появляющихся в процессе эксплуатации, обусловленное тем, что замеры проводятся всегда тем же прибором, с теми же настройками, в том же месте. Следует отметить, что трещины возникают не бессистемно, а в конкретных узлах металлоконструкций, где условия нагружения провоцируют их возникновение [2]. В обычной практике в таких местах проводят периодическую диагностику. В перспективе в этих местах будут устанавливаться преобразователи, осуществляющие непрерывный контроль их состояния.

Список используемых источников

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору №533 от 12.11.2013 г. – EDN: PERNFZ.

2. РД 10-112-6-03. Методические указания по обследованию специальных металлургических кранов. – EDN GDAVRM.

УДК 621.879

Шешукова Е.И. (AuthorID: 1195191), **Плащинский В.А.** (AuthorID: 1144616), **Иванов С.Л.** (AuthorID: 615961)

ВЛИЯНИЕ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ И КРУПНОСТИ ПОРОДЫ НА ВЕЛИЧИНУ УСИЛИЯ КОПАНИЯ КОВШОМ ЭКСКАВАТОРА

При добыче полезных ископаемых открытым способом рабочее оборудование экскаватора подвержено влиянию деградационных процессов, степень влияния которых зависит от условий, в которых экскаватора работает. Одними из таких условий являются крупность породы и ее насыпная плотность. Они определяют величину усилия копания горной породы, необходимую для осуществления процесса экскавации, а в случаях наличия негабаритных кусков горной породы максимальные пределы крупности для конкретного экскаватора [1, 2].

Определив эту величину и соотнеся ее с величиной усилия копания при базовых условиях эксплуатации, можно получить коэффициент изменения нагрузки по сравнению с базовой. Этот коэффициент позволит корректировать периодичность проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту в заданных условиях. Такой подход дает возможность снизить риски отказов экскаватора в конкретных условиях эксплуатации посредством анализа величины его ресурса и своевременного проведения мероприятий технического обслуживания и ремонта.

Проведено физическое моделирование процесса копания ковшом экскаватора при линейной траектории его перемещения в лаборатории [3]. В качестве исследуемого модельного материала был выбран керамзит с физическими характеристиками согласно критериям подобия:

$$k_F = k_l^3 \cdot k_\gamma = 20^3 \cdot 4 = 32000,$$

где k_F – масштабный коэффициент силы сопротивления копанию, k_l - линейный коэффициент, k_γ – масштабный коэффициент объемного веса.

Для каждой серии опытов задавалась величина срезаемой ковшом стружки, и определялось усилие для осуществления процесса копания в заданных условиях.

На основе полученных зависимостей создана математическая модель процесса копания. Данная модель позволяет учесть изменение крупности породы или ее насыпной плотности при прочих равных условиях для изучения влияния этих параметров на усилие копания.

Список используемых источников

1. Иванов, С. Л. Классификация средств разрушения негабарита при ведении открытых горных работ / С. Л. Иванов, Е. И. Шешукова, Е. С. Недашковская // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2023. – № 19. – С. 138-143. – DOI 10.26160/2658-3305-2023-19-138-143. – EDN ENDVVQ.

2. Дремин, А. В. К вопросу о гранулометрическом составе взорванных скальных пород / А. В. Дремин, В. С. Великанов // Горная промышленность. – 2023. – № 4. – С. 73-78. – DOI 10.30686/1609-9192-2023-4-73-78. – EDN RNNWIQ.

3. Моделирование процесса копания ковшом экскаватора породы при заданной величине стружки / Е. И. Шешукова, В. А. Плащинский, А. Э. Салимов [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2024. – № S21. – С. 3-12. – DOI 10.25018/0236_1493_2024_12_21_3. – EDN TAMZIS.

УДК 621.879.48

Lukashuk O.A. (Author ID: 607446)**, Maalaoui Hamed** (Author ID: 1279837)

ON THE ISSUE OF DEVELOPMENT OF ROTOR MOVEMENT CONTROL SYSTEM OF A QUARRY ROTARY EXCAVATOR

Analysis of existing control systems for rotary excavators reveals difficulties in creating control logic due to the need to process a huge amount of information and limited capabilities for obtaining it [1-2]. It is impossible to completely eliminate the role of a person in controlling a modern excavator, so automation should focus on improving the control system as a whole, including a person, and expanding its functionality. The development of integrated control systems that combine the advantages of automated devices and the operator is necessary and will improve the efficiency of excavator control [3].

The proposed control system for mining rotary excavators consists of three main parts: a subsystem for visual control of rotor positions, a command controller with self-locking buttons, and subsystems for direct control of rotor movements. The system is designed for excavators with extendable or telescopic booms and is oriented for use within software and manual control. The system includes a video camera and laser rangefinder, a command controller, and a set of subsystems for direct control. The third part is more complex and requires detailed consideration.

The operator of an excavator must choose the structure of the system's operating cycle based on data from the video camera and laser rangefinder. The first option involves successive movements of the rotor along the X and α coordinates, followed by a back movement, a direction opposite to the α movement, and a downward movement. Idle movements reduce productivity, but if the rotor is designed for soil digging in one direction, idle movements can be excluded. The second modified version includes approaching the rotor along the X coordinate, moving along the α coordinate, and then downward, moving in the -α direction without stopping digging, and then downwards again.

The productivity of face development can be significantly improved using the second version of the excavator operating cycle, which is almost twice as high as the first version. However, the third version can be improved by combining rotor movements during the approach to the soil surface and cutting with movement along the α coordinate. This can increase digging productivity by 15-20%, but it can only be used to a limited extent. The fourth option eliminates these disadvantages by not combining rotor movements in the X and α directions and performing movements in the "-X" and "-α" directions simultaneously. Another mode is possible in manual control mode with alternating and combined longitudinal and transverse movements of the gearbox. The last cycle option is labor-intensive and should be implemented programmatically.

Список используемых источников

1. M. Gordeev-Burgwitz.A. Automatic control sys-tems for interconnected electric drives of powerful excavators [Electronic resource]: Monograph / M.A. Gordeev-Burgwitz; m-in the exemplary Research Institute of Theoretical and Applied Mathematics SB RAS. Federation, Moscow state builds. un-ta. — 2nd ed. (e-mail). - Electronic. textile fame. Moscow : MISI—MGSU Publishing House, 2017. (In Russ.)

2. Abroskin A.S. Application of modern auto-mation systems in open-pit mining. Izvestiya TPU. 2015. No.12. pp. 122-130. (In Russ.)

3. Pevsner L. D. System of automatic control of the scooping process of a walking dragline excavator / L. D. Pevsner, N. A. Kiselyov // Mining sciences and technologies. - 2022. – Vol. 7, No. 1. – pp. 57-65. – DOI 10.17073/2500-0632-2022-1-57-65. (In Russ.).

УДК 629.1.03

Блинов Д.О. (AuthorID: 1266355)

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ НАВИГАЦИИ САМОХОДНОЙ ПЛАТФОРМЫ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ

Современные технологии автоматизации процессов на шахтных платформах требуют точных решений для навигации в условиях ограниченной видимости, характерных для подземных шахт. Ультразвуковые датчики представляют собой перспективный метод решения задачи ориентации в таких условиях. Из-за повышенной опасности в шахтах необходимы надежные методы навигации, обеспечивающие безопасность и эффективность работы самоходных платформ.

Целью данного исследования является оценка эффективности ультразвуковых датчиков для навигации самоходных платформ в шахте на основе анализа существующих исследований и технических решений в данной области. Ультразвуковые датчики обладают рядом преимуществ, таких как устойчивость к изменениям освещения и высокая точность измерений в условиях запыленности и влаги.

Рассмотрены различные аспекты использования ультразвуковых датчиков в шахтах, включая влияние внешних факторов, таких как пыль, шум и нестабильное освещение. Анализ исследований показал, что ультразвуковые датчики обеспечивают достаточную точность навигации в сложных условиях, несмотря на возможные помехи, такие как блокировка сигналов или преломление волн.

В ходе исследования выявлено, что ультразвуковые датчики с высокой частотой звуковых волн показывают лучшую адаптацию к изменяющимся условиям шахты, компенсируя помехи от пыли и влаги. Важно, что эффективность датчиков также зависит от правильной обработки данных, включая алгоритмы фильтрации шума и корректировки сигналов, что позволяет улучшить точность позиционирования. Комбинированное использование ультразвуковых датчиков с другими сенсорами, такими как инерциальные системы, может значительно повысить надежность навигационной системы, обеспечивая устойчивость к различным внешним воздействиям. Таким образом, использование ультразвуковых датчиков в качестве основного средства навигации в шахтах является эффективным решением при определенных условиях эксплуатации, особенно в сочетании с другими сенсорами для улучшения надежности и точности навигации.

Список используемых источников

1. Wei, Yu. Applications of Ultrasonic Sensors: A Review / Yu. Wei // Applied and Computational Engineering. – 2024. – Vol. 99, No. 1. – P. 144-148. – DOI 10.54254/2755-2721/99/20251773. – EDN AJAUUY.

2. Сысоева, С. Актуальные технологии и применения датчиков автомобильных систем активной безопасности. Часть 5. Ультразвуковые датчики / С. Сысоева // Компоненты и технологии. – 2007. – № 2(67). – С. 30-35. – EDN MTFPAN.

Работа выполнена под научным руководством проф. Великанова В.С.

УДК 622.23.05

Мякотных А.А. (Author ID: 1085549), **Иванова П.В.** (Author ID: 866391),
Иванов С.Л. (Author ID: 615961)

СХЕМНОЕ РЕШЕНИЕ МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МОСТОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ПО ОБВОДНЕННОЙ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ

На сегодняшний день разработка торфяных месторождений сопровождается подготовительными мероприятиями, основное время которых занимает осушение месторождения. Процедуры осушения необходимы для обеспечения проходимости техники. По этой причине актуальной задачей является создание машины, способной осуществлять проходимость на обводненных месторождениях естественного залегания, в частности разработка схемного решения механизма перемещения такой машины в данных условиях. Так была предложена мостовая платформа [1], в качестве быков которой выступает комплект полых цилиндрических опор. Для перемещения мостовой платформы по обводненному торфяному месторождению с платформы ковшебуром создается колодец в залежи, самопроизвольно заполняемый болотными водами до установившегося уровня. Перед тем как двигаться, высвободившиеся опоры заполняют водой, для предотвращения их всплытия. Затем платформа передвигается вперед, и из последних опор откачивается вода, что заставляет их всплыть, и с помощью специального оборудования их перемещают в созданный колодец. После этого в опору снова закачивается балластная торфяная вода. Затем на установленную опору перемещается мост, при этом из опоры вновь откачивают воду и цикл повторяется. Откачиваемая из опор торфяная вода является ценным продуктом, ее собирают в специальные емкости и перерабатывают. В процессе анализа было выявлено, что для полной компенсации массы мостовой платформы (до 60 т) необходимо 8 опор, при условии, что 2 опоры задействованы в процессе перемещения, диаметром 2 м [2]. Такие характеристики позволят создать нагрузку на торфяную залежь, не превышающую допустимого значения (0,03 МПа). Кроме того, в условиях обводненности добавляется выталкивающая сила, которая способствует всплытию опоры в процессе регулирования балластного нагружения внутри опор, что в свою очередь снижает полезную работу, затрачиваемую на подъем опор в процессе перемещения мостовой платформы, а также прямо влияет на компенсацию полного веса платформы. Такое схемное решение позволяет осуществлять добычу торфяного сырья на обводненных торфяных месторождениях, что минимизирует негативное воздействие на окружающую среду.

Список используемых источников

1. Патент № 2807666 C1 Российская Федерация, МПК E02C 5/02, E02F 9/06, E21C 49/02. Мостовая плавучая платформа: № 2023115181: заявл. 09.06.2023: опубл. 21.11.2023 / А. А. Мякотных, С. Л. Иванов, П. В. Иванова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет". – EDN ZCQHMA.

2. Мякотных, А. А. Критерии и технологические требования создания мостовой платформы добычи торфяного сырья для климатически нейтральной геотехнологии / А. А. Мякотных, П. В. Иванова, С. Л. Иванов // Горная промышленность. – 2024. – № 4. – С. 116-120. – DOI 10.30686/1609-9192-2024-4-116-120. – EDN HMUUQQ.

УДК 621.82

Корогодин А.С. (AuthorID: 1053995), **Иванов С.Л.** (AuthorID: 615961)

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ БАРАБАННОЙ МЕЛЬНИЦЫ В СОСТАВЕ ПЛАВУЧЕГО КОМПЛЕКСА ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Одним из пилотных проектов в области освоения рудных металлических месторождений Арктики является месторождение «Павловское» на Новой Земле. Для его разработки требуется применение климатически сберегающих геотехнологий и наилучших доступных технологий, а для их реализации создание комплекса нового горного оборудования и соответствующих теротехнологических подходов для обеспечения его надежного функционирования [1]. В данном случае, геотехнология разработки месторождения строится на применении плавучего комплекса горного оборудования, располагаемого в непосредственной близости от месторождения. В состав плавучего комплекса заложен ряд технологических линий горного оборудования, включенных вместе с карьерным оборудованием месторождения в одну единую технологическую цепочку добычи и получения рудных металлических концентратов, и любая остановка элемента этой цепи приводит к нарушению технологического процесса и критическим потерям в сырье. Наиболее подверженному процессу изнашивания является оборудование дезинтеграции в составе плавучего комплекса, большую часть которого составляют барабанные мельницы. Опорные подшипники барабанной мельницы являются ее ресурсоопределяющими узлами, отказы которых приводят к простоям и входят в 60 % случаев отказа корпуса мельницы, требуя при этом проведение внеочередных наиболее ресурсозатратных ремонтно-восстановительных работ. Для избежание чего необходимо заблаговременно разрабатывать адаптивные системы оценки технического состояния ресурсоопределяющих элементов оборудования. В связи с чем, были проведены экспериментальные исследования по установлению зависимости интенсивности изменения установившегося рабочего температурного поля опорных подшипников барабанной мельницы в функции отклонения геометрически-точностных отклонений опорных цапф мельницы и влияния этих отклонений на ресурс опорных подшипников барабанной мельницы [2]. Построенные на основе полученных зависимостей карты Шухарта, как функции интерпретаторов индикаторов оценки адекватности диагностического состояния, позволяют устанавливать сроки проведения профилактического ремонта опорных подшипников барабанной мельницы непосредственно на месте ее эксплуатации.

Список используемых источников

1. Лагунова Ю.А., Калянов А.Е., Жилинков А.А., Разбитнов С.Л., Буялич Г.Д. Предложения по повышению эффективности эксплуатации конусных дробилок на щебеночных карьерах // Горное оборудование и электромеханика. 2024. № 6 (176). С. 54-64. DOI: 10.26730/1816-4528-2024-6-54-64, EDN: VKRKVR.

2. Корогодин А.С., Иванов С.Л. Оценка технического состояния опорных подшипников скольжения барабанной мельницы при эксплуатации в составе арктического комплекса горного оборудования. Горная промышленность. 2024;(6):144–151. https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-6-144-151.

УДК 622.271.4; 621.879.3

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

ПОДХОДЫ К ДОБРОСОВЕСТНОМУ ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ

Карьерные экскаваторы играют ключевую роль в горнодобывающей отрасли, но подвержены деградации, что ведёт к простоям и росту эксплуатационных расходов. Регулярное техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) позволяют снижать частоту отказов. Недостаточное качество ТОиР вызывает до 50% внезапных отказов, а эргатические, технические и климатические факторы составляют 77% причин отказов [1]. Внедрение добросовестного ТОиР (CM&R) и цифровизация процессов существенно снижают риски отказов.

Стратегии ТОиР включают: Предупредительное обслуживание (ППР) – регулярные осмотры и ремонты по графику. Обслуживание по факту отказа – ремонт после поломки, но может приводить к длительным простоям. Обслуживание по состоянию (CBM) – мониторинг параметров оборудования для своевременного ремонта. Комбинированные стратегии: RCM (фокус на критичных узлах), RBM (анализ рисков отказов), CM&R (добросовестное техническое обслуживание).

Наиболее уязвимые узлы экскаваторов: ковш, стрела, рукоять, приводы напора и подъёма – на них приходится 72% отказов. В 2023 году средний внеплановый простой экскаватора составил 196,88 часов в год, с пиком отказов в августе-октябре. Анализ показал тенденцию к сокращению времени плановых работ и росту аварийных ремонтов.

Оценка эффективности ТОиР проводится с помощью коэффициента К_ТОиР – отношения продолжительности плановых простоев к общему времени простоев, включая аварийные. Например, на 2023 год для экскаваторов ЭКГ-20 К_ТОиР составил 0,8.

Метод Файн-Кинни применяется для количественной оценки рисков отказов. Риск (С) определяется как произведение вероятности отказа (Р), остаточного ресурса (Pv) и тяжести последствий (Ps). Полученное значение классифицируется по уровням риска: от незначительного (до 20 баллов) до критического (320+ баллов, требующего немедленного вмешательства) [2].

Вывод: эффективное ТОиР снижает простои и потери. Ключевые факторы успеха – строгое соблюдение регламентов, цифровизация учёта и контроль рисков отказов. Внедрение CM&R и методов оценки рисков позволяет повысить надёжность экскаваторов и снизить влияние человеческого фактора.

Список используемых источников

1. Иванова П.В. Алгоритм прогнозирования наработки карьерного экскаватора ЭКГ-32Р в заданных условиях эксплуатации / Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME2017. Сборник тезисов. СПб: Санкт-Петербургский горный университет, 2018. − С. 79. – EDN LNUFVF

2. Салимов А.Э., Шибанов Д.А., Иванов С.Л. Риски отказов карьерного экскаватора, связанные с его техническим обслуживанием и ремонтом. Горная промышленность. 2024;(2):97–102. – DOI 10.30686/1609-9192-2024-2-97-102. – EDN AVQVRI.

УДК 622.271.4; 621.879.3

Хамидов О.У. (AuthorID: 1243710), **Шибанов Д.А.** (AuthorID: 657464)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ ГОТОВНОСТИ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ С УЧЁТОМ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ

Эффективность карьерных экскаваторов определяется совокупностью показателей надежности. Поддержание высокого уровня готовности техники позволяет обеспечивать требуемую эффективность её использования, которая количественно оценивается коэффициентом сохранения эффективности (КСЭ).

Риск снижения готовности и КСЭ пропорционален группам факторов [1,2]:

Климатические: для поддержания требуемой готовности необходима адаптация оборудования к конкретным условиям: применение соответствующего климатического исполнения комплектующих, использование специальных смазочных материалов и др.; Горно-геологические и горнотехнические: рост нагрузок на рабочее оборудование экскаватора при возрастании крепости и плотности пород; Организационные: несогласованность между структурными подразделениями, а также несоответствие характеристик погрузочной и транспортирующей техники повышают продолжительность непроизводительного времени работы; Качество забоя: несоответствие качественных параметров забоя приводит к снижению производительности и повышению риска аварийных отказов; Эргатический фактор управления: нерациональный выбор режимов работы приводят к интенсификации процессов изнашивания и отказов; ТОиР: несоблюдение регламентов, длительные сроки ожидания ЗИП и др. увеличивают суммарное время в ремонте.

Обеспечение требуемого уровня готовности карьерных экскаваторов в условиях комплексного влияния указанных факторов достигается путём реализации следующих мер: выбора и адаптации технических решений (климатическое исполнение, специальные конструктивные решения для конкретных условий эксплуатации); снижение организационных простоев за счет рационального планирования горных работ, обоснованных выемочно-транспортных комплексов, повышения качества экскаваторных забоев; повышения квалификации эксплуатационного и ремонтного персонала; соблюдение регламента ТОиР с учетом фактических условий эксплуатации при обоснованном для этих условий фондом ЗИП. Комплексное выполнение указанных рекомендаций позволит управлять уровнем готовности экскаватора, за счёт снижения интенсивности отказов и уменьшения времени в аварийных простоях.

Список используемых источников

1. Индекс жесткости погоды как интегральный показатель влияния погодных условий на работоспособность карьерных экскаваторов / П. В. Иванова и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2017. – № S38. – С. 359-368. – DOI 10.25018/0236-1493-2017-12-38-359-368. – EDN YSHNXE.

2. Эффективность применения экскаваторов на карьерах Узбекистана / О. У. Хамидов, Д. А. Шибанов, П. В. Шишкин, В. О. Колпаков // Горная промышленность. – 2024. – № 5. – С. 135-142. – DOI 10.30686/1609-9192-2024-5-135-142. – EDN BJUZWD.

УДК 622.331

Смирнов А.И. (AuthorID: 65616969)

СПЕЦИФИКА ВЫЕМКИ ОРГАНОГЕННОГО СЫРЬЯ КАРЬЕРНЫМ СПОСОБОМ

В настоящее время, по причине широкого распространения одноковшовых гидравлических экскаваторов выемку органогенного сырья рекомендуется осуществлять карьерным способом, при котором копание осуществляется с откоса карьера на максимальную глубину торфяного месторождения.

В рамках параметрической схемы за счет независимых приводов поворота ковша, рукояти и стрелы гидроманипулятор одноковшового гидравлического экскаватора осуществляет практически любую траекторию движения режущей кромки ковша в плоскости копания, что обеспечивает высокую точность позиционирования ковша при выполнении выемочно-погрузочных работ.

Торфяная залежь представляет собой слой нескольких горизонтально наслоенных пластов с высокой влажностью в естественном состоянии (в пределах 87-89%) и разнородных по своему составу [1].

Наиболее распространенный способ выемки грунтов реализуется поворотом ковша и рукояти, при котором не происходит усреднение физико-механических свойств добываемого сырья на этапе его выемки и увеличивается риск обрушения борта торфяного карьера, по причине низкой прочности торфяной залежи.

С целью получения торфяного сырья с усредненными характеристиками, за счет пересечения рабочим органом всех стратиграфических слоев торфяного месторождения [2], и уменьшения рисков обрушения борта торфяного карьера, рекомендуется осуществлять выемку органогенного сырья путем совмещения поворота стрелы и рукояти экскаватора при зафиксированном ковше по прямолинейной траектории в вертикальном направлении по откосу карьера.

При прямолинейном способе копания экскаватор осуществляет выемку торфяного сырья срезанием ковшом стружки с откоса торфяного карьера со всей глубины залежи до 5 м с образованием откоса при коэффициентом заложения 1:1.

Выемке слабого грунта I категории по трудности копания по прямолинейной траектории ковшом экскаватора сопротивление на режущей кромке будет минимальным за счет низкого коэффициента сопротивления резанию органогенного грунта и относительно малой толщины срезаемой стружки.

Такой метод управления гидроманипулятором экскаватора давно применяется при планировке откосов, каналов и выемок. Отличие разработки торфяного месторождения от метода планирования откоса заключается в снятии тонкой стружки с поверхности откоса. Выемка органогенного сырья тонкой стружкой по прямолинейной траектории обеспечивает: устойчивость откосов с укреплением их поверхности; высокую точность при наборе грунта в ковш тонкой стружкой; снижение риска перегрузки ковша; усреднение торфяного сырья по физико-механическим характеристикам.

Список используемых источников

1. Тюремнов С.Н., Ларгин И.Ф., Ефимова С.Ф., Скобеева Е.И. Торфяные месторождения и их разведка. – М.: Недра, 1977. – 264 с.

2. Михайлов А.В., Смирнов А.И. Анализ технологических особенностей экскавации органогенного сырья // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2024. – № 29. – С. 136-143.

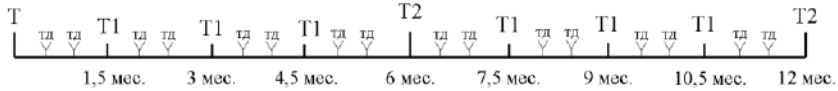
УДК 621.879

Макарова В.В. (AuthorID: 1086519)

ВНЕДРЕНИЕ ПРЕДИКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ В СИСТЕМУ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА КАРЬЕРНОГО ЭКСКАВАТОРА

Одним из способов повышения надежности карьерного экскаватора, повышение его работоспособности, а также обеспечения высокой производительности является регулярное проведение системы технического обслуживания и ремонтов (ТОиР) в соответствии с системой планово-предупредительных ремонтов и ремонтным циклом. Внедрение предиктивной диагностики в систему технического обслуживания карьерного экскаватора позволит значительно повысить эффективность их работы и снизить эксплуатационные расходы. Предиктивная диагностика, используя данные, полученные от датчиков, установленных на ключевых компонентах экскаватора (двигатель, гидравлика, редукторы), позволяет в режиме реального времени отслеживать их состояние. Анализ этих данных с помощью специализированного программного обеспечения выявляет аномалии и тренды, указывающие на приближающиеся неисправности.

Поэтому предлагается новая структура ремонтного цикла [1]:



Предлагаемый годовой график ТОиР карьерного экскаватора:
Т1 – текущий ремонт № 1; Т2 – текущий ремонт № 2;
тд – проведение технической диагностики

Внедрение в структуру ТОиР применение методов неразрушающего контроля для быстрой диагностики дефектов в элементах ходового оборудования дает возможность планировать техническое обслуживание заранее, оптимизируя сроки и объем работ. Замена изношенных деталей производится не по расписанию, а по фактическому состоянию, что сокращает время простоя техники и увеличивает ее общую производительность. Кроме того, предиктивная диагностика способствует более эффективному управлению запасами запчастей, поскольку потребность в них становится более предсказуемой.

Таким образом, предиктивная диагностика представляет собой современный и эффективный подход к техническому обслуживанию карьерных экскаваторов, позволяющий значительно повысить их производительность, снизить эксплуатационные расходы и обеспечить более безопасные условия работы. Внедрение этой технологии является важным шагом на пути к оптимизации работы горнодобывающих предприятий.

Список используемых источников

1. Диссертация «Повышение эффективности функционирования ходового оборудования карьерного экскаватора в условиях ПАО «Ураласбест»» https://ursmu.ru/userfiles/media/default/disertacii/dissertaciya-makarova-vv.pdf (дата обращения 15.02.2025).

УДК 622.271:004.896

Бугебрин Ш. (AuthorID: 1201407), **Казаков Ю.А.** (AuthorID: 1151627)

РАЦИОНАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ДАТЧИКОВ КОНТРОЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ

Гидравлические экскаваторы (ЭГ) эксплуатируются при добыче нерудных материалов на нестабильных грунтах (песок, торф), поэтому актуальной задачей является обеспечение устойчивости ЭГ при осуществлении рабочего цикла копания с уступа карьера.

Добыча нерудных материалов с уступа карьера обусловлена смещением уступа и обрушением кромок, что ограничивает возможности эксплуатации ЭГ. Разработка месторождений полезных ископаемых гидравлическим экскаватором в условиях слабых грунтов обусловлена проходимостью экскаватора без нарушения несущей способности верхних слоев слабого грунта.

Располагать датчики LiDAR на ЭГ необходимо в зависимости от позиционирования экскаватора и его рабочего органа на слабых грунтах в соответствии требованиями безопасности. Контролируемое движение рабочего оборудования и соответствующее рекомендуемое расположение датчиков LiDAR при эксплуатации ЭГ представлены в таблице.

Таблица. Рекомендуемое расположение датчиков позиционирования на ЭГ

Движение ЭГ	**Контроль движения ЭГ**	**Расположение датчика LiDAR**
Перемещение к уступу карьера	Препятствия на пути следования Берма безопасности	Крыша кабины ЭГ
Процесс копания	Расстояние между ковшом и залежью	Кронштейн на стреле
	Устойчивость ЭГ на уступе, устойчивость грунта	Рама ходовой части
Поворот платформы	Слепая зона	Противовес, в крайней точке кормы

Помимо обеспечения безопасной эксплуатации ЭГ применение датчиков в совокупности с ИИ позволяет увеличить эффективность работы ЭГ на 30% за счет уменьшения числа корректирующих движений рукояти, ковша, поворотной платформы и соответствующего сокращения пооперационного времени. В перспективе, применение системы датчиков LiDAR с обработкой данных ИИ позволит объединять оборудование в карьере в общую систему обмена данными для мониторинга технологического процесса добычных работ.

Список используемых источников

1. Wong, J. Y. Theory of Ground Vehicles. – New York: Wiley, 2008. – 592 p.

2. Bekker, M. G. Introduction to Terrain-Vehicle Systems. – Ann Arbor: University of Michigan Press, 1969. – 256 p.

3. Hoek, E. Practical Rock Engineering. – London: Rocscience, 2007. . – 400 p.

УДК 622.271: 004.896

Бугебрин Ш. (AuthorID: 1201407), **Казаков Ю.А.**

АНАЛИЗ ИНТЕГРАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ЭКСКАВАТОР

Появление искусственного интеллекта (ИИ) произвело революцию в различных отраслях промышленности, и горнодобывающий сектор не является исключением [1].

Анализ систем искусственного интеллекта, применительно к гидравлическим экскаваторам показывает, что внедрение элементов искусственного интеллекта может способствовать повышению точности выполнения технологических операций разработки неметаллических месторождений и соблюдения мер безопасности [2]. Алгоритмы ИИ могут анализировать топографические данные в режиме реального времени, для определения рационального положения экскаватора, с учетом устойчивости откоса карьера и его угла заложения и позиционирование экскаватора относительно самосвала [3].

Рациональное позиционирование экскаватора позволяет свести к минимуму избыточные перемещения, расход топлива, технологические риски на потенциально нестабильных грунтах и увеличить производительность комплекта оборудования. Внедрение элементов ИИ должно соответствовать нормативным требованиям при снижении их стоимости [4].

Таким образом, для применения элементов ИИ требуется выполнение ряда исследований в сотрудничестве с экспертами по ИИ для полной реализации потенциала ИИ. Элементы ИИ также могут быть основой для автоматизации технологических процессов со снижением роли человека и сопутствующих рисков. В процессе добычи нерудных материалов комплектом оборудования экскаватор-самосвал практическое использование элементов ИИ позволит повысить технологическую надежность выполнения операций.

Список используемых источников

1. Bui X. N., Bui H. B., Nguyen H. A Review of Artificial Intelligence Applications in Mining and Geological Engineering // Lecture Notes in Civil Engineering. 2020. Т. 109. С.109–142. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60839-2_7

2. McGaughey J. Artificial intelligence and big data analytics in mining geomechanics // Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2020. Т.120 №1, С. 15-21. http://dx.doi.org/10.17159/2411-9717/847/2020

3. Modimogale L. L. K., Kroeze J. H., Van Staden C. J. Amending Dynamic Capability Theory for Information Systems Research on the Reskilling of Coal Miners in an AI-Driven Era // Lecture Notes in Computer Science, 2021. Т. 13117. С. 10–21. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91540-7_2

4. Ramezani M., Tafazoli S. Using Artificial Intelligence in Mining Excavators: Automating Routine Operational Decisions // IEEE Industrial Electronics Magazine. 2021. Т. 15. №1. С. 6-11. https://doi.org/10.1109/mie.2020.2964053.

Секция «Логистика и управление транспортными системами»

УДК 656:004.891

Мишкуров П.Н. (AuthorID: 662227)**, Рахмангулов А.Н.** (AuthorID: 101054)

РАЗРАБОТКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ГРАФОВОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ*

Для условий функционирования сложных логистических транспортных систем (ЛТС), в которых каждый оперативный руководитель технологического процесса по-разному оценивает влияние факторов внешней и внутренней сред, используются различные комбинации методов прогнозирования, оптимизации и анализа состояния систем. Основным ограничением использования таких комбинированных методов является недостаточная точность результатов их использования в условиях высокой динамики загруженности транспортной инфраструктуры и вариативности последовательностей технологических операций как в ЛТС, так и в отдельных её элементах. Это связано с большим количеством технологических операций по переработке и продвижению транспортных потоков в ЛТС.

Попытки учесть данные пространственно-временные зависимости при оперативном управлении приводят к решению задач большой размерности, которые можно отнести к NP-сложным. Широкое применение при решении таких задач в течение заданного времени и с необходимой точностью нашли адаптированные алгоритмы, построенные на основе нейронных сетей. Перспективным направлением развития нейросетевых алгоритмов для систем поддержки принятия решений являются методы формирования и обучения графовых нейронных сетей.

Формирование и обучение графовых нейронных сетей прогнозирования параметров ЛТС является особо сложной задачей. Сложность обусловлена высокой динамикой использования больших объемом пространственных и временных данных. Перспективным направление преодоления данных ограничений является развитие способов формирования пространственно-временного графа состояния логистической транспортной системы и методов его оптимизации [1].

Предлагается объектно-ориентированный алгоритм формирования графовой нейронной сети на основе использования пространственно-временного графа, а также алгоритм её глубокого обучения на основе динамической оптимизации сформированного пространственно-временного графа. Преимуществом использования пространственно-временной графовой нейронной сети является сокращение оптимизируемого пространства на основе формализации сценариев изменения параметров ЛТС в виде пространственно-временного графа.

Список используемых источников

1. Rakhmangulov, A. Subject Areas and Methods of Spatiotemporal Optimization in Transport: A Systematic Literature Review / A. Rakhmangulov, N. Osintsev, P. Mishku-rov // Preprints. – 2024. – 2024120831. DOI: 10.20944/preprints202412.0831.v1. – EDN HDEDOS.

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

УДК 656.135: 656.073

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

СИСТЕМНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Одним из основных видов транспорта, осуществляющих магистральные перевозки и обслуживающих промышленные предприятия Российской Федерации, является автомобильный. В современных условиях автотранспортные предприятия, имеющие в автопарке разнородный подвижной состав, изыскивают новые подходы к эффективной эксплуатации транспортных средств для сохранения экономической устойчивости. Однако, односторонние организационно-технические мероприятия, в частности, сокращение парка, перевод техники на более дешевые виды топлива, изменение системы оплаты труда и т.п., не позволяют достичь желаемого результата [1, 2].

Для обоснованного снижения непроизводительных затрат и повышения доходности перевозок авторами разработана методика оптимизации работы автотранспортных предприятий (АТП). Методика предусматривает разделение видов деятельности по возможным направлениям реализации автотранспортных услуг (технологические, пассажирские, междугородние и прочие перевозки). На первом этапе каждое направление анализируется по затратам на его организацию и прибыльности. Дополнительно учитывается конъюнктура рынка и сопоставляются тарифы на услуги собственные с тарифами конкурентов. Не прибыльные, или убыточные направления рассматриваются с точки зрения возможности развития и необходимых на эти цели затрат. Если развивать такие направления экономически нецелесообразно, принимается решение о его сокращении.

На втором этапе проводится детальный анализ каждого из рентабельных направлений и определяются пути повышения доходности перевозок и необходимые финансовые затраты на их реализацию. В частности, рассматриваются: конкурентная стоимость услуг, наличие постоянного спроса от заказчиков, развитая логистика перевозок.

Такой системный подход позволит целенаправленно реорганизовывать структуру АТП и оценить возможности дальнейшего развития. В результате оценки принимается решение о перераспределении средств по направлениям для увеличения объема услуг в зависимости от текущей конъюнктуры рынка в сфере автомобильных перевозок. Реализация методики позволит повысить эффективность работы и конкурентоспособность автотранспортных предприятий.

Список используемых источников

1. Проблемы развития транспортной системы в Российской Федерации / Р. Н. Оруджов, А. В. Жигунова, Р. М. Раджабов, М. Н. Оруджова // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2013. – Т. 3, № 1. – С. 57-64. – EDN RNHIIL.

2. Максимов, А. М. Сценарное моделирование цепочек поставок в транспортно-логистической системе промышленного холдинга / А. М. Максимов, К. Ж. Кудайберген // Недропользование и транспортные системы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 25-37. – DOI 10.18503/SMTS-2022-12-2-25-37. – EDN OLOBLI.

УДК 656:004.428

Ерошенко Ю.Н., Вшивкова М.С., Дасаева Е.В., Мулюкова К.Р., Мишкуров П.Н. (AuthorID: 662227)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБОРОТА МНОГООБОРОТНЫХ СРЕДСТВ КРЕПЛЕНИЯ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ*

Листовой металл в рулонах является одним из основных видов готовой продукции металлургических предприятий. Для обеспечения безопасности и сохранности груза при перевозке в вагонах, рулоны размещаются на многооборотных средствах крепления – рамах. Широкая номенклатура листового рулонного металла обуславливает большое разнообразие видов сварных металлических конструкций рам [1].

При достаточном развитии средств идентификации и систем геопозиционирования наблюдается недостаточная точность прогнозирования оборота рам на металлургических предприятиях, а также отклонения до 25% от нормативного срока хранения рам у грузополучателей. Это приводит к дополнительным затратам грузоотправителей, связанным с приобретением или собственным производством новых рам. Перспективным направлением развития систем учета и контроля рам на металлургических предприятиях является использование в их составе имитационных моделей [2]. Использование имитационного моделирования позволит формировать различные сценарии продвижения рам в зависимости от параметров и показателей грузополучателей.

В работе предлагается программное приложение прогнозирования оборота рам на основе комбинирования методов оптимизации и имитационного моделирования в режиме реального времени. Функционал приложения состоит из трёх основных этапов:

1. Синхронизации данных о заказах, количестве и сроках, местоположении и типах рам.

2. Прогнозирование оборота рам. Данный этап включат в себя использование имитационной модели для формирования сценариев продвижения рам.

3. Поддержка принятия управленческих решений. На третьем этапе используются методы оптимизации для оценки сценариев продвижения рам. Результатами оценки являются скорректированные сроки возвращения рам грузоотправителю.

Список используемых источников

1. Цыганов, А. В. Математическая модель процесса оборудования железнодорожных вагонов рамами / А. В. Цыганов, А. В. Шестеркин // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2017. – Т. 7, № 1. – С. 22-26. – DOI 10.18503/2222-9396-2017-7-1-22-26. – EDN YMKCIJ.

2. Sbai N., Berrado A. Simulation models for multi-echelon inventory management problem: a literature review //Proceedings of the 5th NA International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Detroit, MI, USA. – 2020. С.9-11.

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

УДК 634.746-519

Осинцев Н.А. (AuthorID: 401461)

ПОНЯТИЕ ГИБРИДНОЙ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК*

Понятие «гибридная многокритериальная модель» (eng. Hybrid multi-criteria decision-making model или Hybrid MCDM model) используется в многокритериальном анализе и методах принятия решений относительно недавно. Частота упоминания этого понятия в названиях публикаций с 2006 по 2024 год в базе данных рецензируемой научной литературы Scopus увеличилась в 11,5 раз. Наибольшее число исследований приходится на следующие предметные области: Инженерия (22,6%), Компьютерные науки (19,1%), Математика (8,1%), Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учёт (7,5%), Энергетика (7,2%), Науки об окружающей среде (6,6%), Науки о принятии решений (6,5%) и Социальные науки (5,9%). Это показывает широту применения гибридных MCDM моделей и актуальность их использования при принятии решений.

Необходимость формирования гибридных MCDM моделей обусловлена следующими основными причинами:

1. Использование более одного MCDM метода и интеграция полученных результатов для принятия окончательного решения.

2. Функциональное разделение модели на два вида задач: определение значений и веса атрибутов и оценка альтернатив по атрибутам. Для каждой из задач целесообразно использовать специфические методы, которые обеспечивают наилучший результат оценки.

3. Интеграция методов теории нечётких множеств или теории серых систем в MCDM позволяет максимально приблизить модель к реальным проблемам, учитывать неопределённость или недостаток информации при принятии решений.

4. Добавление в модель других качественных и количественных методов для лучшего обоснования, формулировки и дальнейшего анализа решаемой проблемы.

В рамках реализации проекта Российского научного фонда №23-21-10038 сформулировано понятие гибридная многокритериальная модель устойчивой цепи поставок – это модель, сочетающая комбинацию двух и более многокритериальных методов с методами имитационного моделирования для оценки и принятия управленческих решений по повышению устойчивости в контексте динамичности и неопределённости среды функционирования цепи поставок.

В проекте обоснована необходимость комбинирования методов многокритериального анализа, математической оптимизации и имитационного моделирования для решения проблем устойчивости цепей поставок. Использование такой комбинации методов в рамках единой гибридной модели позволяет достигнуть наилучшие плановые показатели устойчивости цепей.

** Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда №23-21-10038 https://rscf.ru/project/23-21-10038/*

УДК 656.1/.5

Сысоева С.В. (AuthorID: 662277)

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АВТОБУСНЫХ ПЕРЕВОЗОК В Г. МАГНИТОГОРСКЕ

Городской автобусный транспорт (муниципальный или частный) в городах с градообразующими предприятиями при отсутствии пассажирского электротранспорта выполняет ключевую функцию – обеспечивает качество городской среды. При наличии базового электрического транспорта (трамвая или троллейбуса) автобусы, выполняют свою функцию за счет рационального дублирования базовых регулярных маршрутов, обеспечивая возможность перевозки пассажиров во внепиковые периоды с учетом охвата жилых территорий вне покрытия маршрутной сетью электротранспорта и регулярной автобусной маршрутной сети [1].

Регулярная автобусная маршрутная сеть Магнитогорска сложилась в послевоенный период. Трасса большей части автобусных маршрутов видоизменилась в двухтысячных годах, когда на маршрутах стали работать частные перевозчики, и незначительно меняется ежегодно. Однако, в современном виде городская автобусная маршрутная сеть не оптимальна, что связано с расширением зон жилой застройки, с изменением концентрации объектов производственного и социального назначения, другими факторами. Поэтому большая часть населения предпочитает для совершения своих поездок использовать личный автотранспорт.

Топологию автобусной маршрутной сети, на которой работают как муниципальные, так и частные автобусы, необходимо оптимизировать, чтобы она была более удобной для городских жителей. Расписание движения городских регулярных автобусов также необходимо скорректировать под трудовые, культурно-бытовые и другие ритмы жизни граждан. Методическая база проектирования маршрутов городского транспорта в настоящее время регламентирована приложением 3 методических рекомендаций Минтранса РФ по разработке Документа планирования регулярных перевозок пассажиров и багажа по муниципальным и межмуниципальным маршрутам [2].

Рекомендуемая данным документом математическая модель оптимизации не в полной мере учитывает специфику функционирования транспортной системы города с крупным промышленным предприятием, оказывающим влияние на формирование массовых пассажиропотоков. Поэтому существующий методический аппарат необходимо дополнить рядом ограничений, связанных с учетом принципа формирования муниципальных автобусных маршрутов на основе рационального дублирования маршрутной сети электротранспорта, а также изменением критерия оптимизации.

Список используемых источников

1. Давыдов К.А. Модель рационального дублирования регулярных маршрутов перевозок пассажиров в городах с градообразующими предприятиями: дис. канд. техн. наук. М., 2020. 151 с.

2. Методические рекомендации по разработке Документа планирования регулярных перевозок пассажиров и багажа по муниципальным и межмуниципальным маршрутам автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, утвержденным Минтрансом России от 30.06.2020 г.

УДК 622.012: 502.131.1

Соколовский А.В. (AuthorID: 439929)

СТРАТЕГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Изменения внешней среды функционирования горнодобывающих предприятий и усложнение условий эксплуатации месторождений твёрдых полезных ископаемых предопределяют изменение подходов и требований к проектно-изыскательским работам – с одной стороны, необходимы выполнение предпроектных исследований, разработка стратегии развития предприятия, поиск инновационных решений, обеспечивающих эффективное освоение месторождения, с другой стороны, месторождение должно быть вовлечено в отработку в максимально короткие сроки с целью минимизации срока окупаемости и обеспечения инвестиционной привлекательности [1]. Кроме того, повышаются требования к обеспечению экономической, социальной и экологической устойчивости подсистем горнодобывающих предприятий, вызванные изменениями в параметрах технологии и технологических процессах [2].

На основе комплексного анализа работ по изысканию, проектированию, организации строительства и реконструкции горнодобывающих предприятий, а также разработке программ повышения эффективности функционирования и развития предприятий горнодобывающих и перерабатывающих отраслей горной промышленности РФ и стран ближнего зарубежья, разработаны стратегические решения по обеспечению устойчивого развития предприятий горнодобывающего комплекса в соответствии с ESG-принципами (Environmental, Social, Governance – экологическое, социальное и корпоративное управление). Реализация решений предполагает достижение экологических показателей функционирования предприятия, создание благоприятных социальных условий для работников и клиентов, формирование эффективной системы управлении на всех уровнях.

В качестве примера реализации предлагаемого подхода рассмотрены стратегии устойчивого развития угольного разреза в Челябинской области с целью решения эколого-социальные проблем региона. Обоснованы направления использования техногенных ресурсов и выполнена оценка возможных направлений их использования в аспекте ликвидации отработанной выработки разреза [3]. Наиболее рациональным вариантом ликвидации отработанной выработки угольного разреза является заполнение её закладочным материалом на основе хвостов обогащения медной руды.

Список используемых источников

1. Пикалов, В. А. Проблемы проектирования горнодобывающих предприятий в условиях высокой изменчивости внешней среды / В. А. Пикалов, А. В. Соколовский, М. А. Терешина // Уголь. – 2022. – № 8(1157). – С. 100-105. – DOI 10.18796/0041-5790-2022-8-100-105. – EDN VFDKWS.

2. Бурмистров, К. В. Принципы устойчивого развития горнотехнических систем в переходные периоды / К. В. Бурмистров, Н. А. Осинцев // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331, № 4. – С. 179-195. – DOI 10.18799/24131830/2020/4/2606. – EDN TZVRAB.

УДК 622.693.4

Гильфанов М.О.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ЗАКЛАДКИ ВЫРАБОТКИ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА «КОРКИНСКИЙ»

В 2017 году в Челябинской области была завершена деятельность угольного разреза «Коркинский». Основными проблемами, требующими оперативного решения, являлись: экономические (использование техногенного ресурса), экологические (горение выходов угольных пластов), геомеханические (неустойчивость бортов) и социальные (оползневые процессы на прилегающих жилых зонах и их задымлённость) [1]. Для решения указанных проблем специалистами ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» был проведён аудит проектной документации, а специалистами ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» подтверждена техническая возможность использования карьерной выемки угольного разреза «Коркинский» как техногенного ресурса для складирования закладочного материала на основе хвостов обогащения Томинского ГОКа.

Транспортировка хвостов обогатительной фабрики Томинского ГОКа предусматривается по пульпопроводам в распределительную ёмкость участка сгущения цеха производства закладочного материала. Образуемый в результате сгущения хвостовой пульпы закладочный материал обладает свойствами водонасыщенного суглинка – низким коэффициентом фильтрации и малой водоотдачей. Для возможности его транспортирования по трубопроводу на расстояние 14 км материал дополнительно сгущают, обеспечивая смесь твёрдой и жидкой фазы по весовому составу в соотношении: 54% - твёрдого и 46% - жидкого.

Закладочный материал магистральным трубопроводным транспортом подаётся к распределительным трубопроводам, уложенным на северном и южном бортах Коркинского разреза. На трассе трубопровода установлены аварийные ёмкости, выполняющие функцию складов в случае прорыва трубопровода, и исключающие попадание закладочного материала на прилегающую территорию. Трубопровод имеет дублирующие линии, проложенные параллельно к основным, использующиеся в период проведения ремонтных или аварийных работ. К 2050 году трубопроводным транспортом планируется перемещение в карьер «Коркинский» более 1 млрд $м^3$ закладочного материала с последующим формированием водоёма с озеленёнными берегами, обеспечивающего получение социально-экологического эффекта.

Список используемых источников

1. Соколовский, А. В. Оценка направлений использования техногенных ресурсов при отработке различных видов минерального сырья / А. В. Соколовский, Н. В. Гончар // Горная промышленность. – 2023. – № 5. – С. 102-107. – DOI 10.30686/1609-9192-2023-5-102-107. – EDN WCDYLB.

Работа выполнена под научным руководством Соколовского А.В. (AuthorID: 439929).

УДК 622.012

Слободонюк Д.Д. (AuthorID: 1238085)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАМЕНЫ НА СКЛАДЕ ДИЗЕЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ

Как элементы как транспортно-грузовых систем [1] или логистических цепей грузопотоков [2], склады вносят значительный вклад в рост выбросов парниковых газов, являются основными потребителями электрической и тепловой энергии. На складские услуги приходится примерно 11% общих выбросов парниковых газов, производимых логистическим сектором во всем мире [2]. Перечисленные тенденции повышают актуальность научных исследований по реализации в складской логистике решений, обеспечивающих снижение негативного воздействия на окружающую среду складов.

Анализ существующих решений по снижению негативного воздействия склада на окружающую среду [2] позволил определить инструмент зелёной логистики «Экологически чистые погрузочно-разгрузочные средства и устройства», реализация которого позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Целью настоящей работы являлось оценка эффективности замены на складе дизельного погрузчика на электрический. Для достижения цели были решены следующие задачи:

1. Факторный анализ использования экологически чистых погрузочно-разгрузочных средств и устройств на складе. Выделено четыре группы факторов (технические, экологические, экономические и социальные) и 14 субфакторов использования погрузочно-разгрузочного оборудования.

2. Обоснование комплекса показателей выбора погрузчика для склада. Комплекс включает 16 показателей оценки погрузчика по выявленным этапе субфакторам.

3. Анализ существующих моделей погрузчиков и выбор моделей для многокритериального анализа с использованием метода анализа иерархий.

4. Расчётный пример замены дизельного погрузчика на электрический.

Сравнение показателей эффективности замены дизельного погрузчика на электрический для одинаковых условий эксплуатации и заданного грузооборота склада позволит: снизить затраты на энергоресурсы на 44 000 руб. в месяц, повысить производительность погрузчика на 18 паллет/смену.

Список используемых источников

1. 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.

2. Осинцев, Н. А. Устойчивое развитие логистических цепей грузопотоков / Н. А. Осинцев, А. Н. Рахмангулов. – Москва: ИНФРА-М, 2025. – 303 с. – ISBN 978-5-16-019680-0. – DOI 10.12737/2133677. – EDN ORTICV.

Работа выполнена под научным руководством Соколовского А.В. (AuthorID: 439929).

УДК 634.746-519

Осинцев Н.А. (AuthorID: 401461)**, Мишкуров П.Н.** (AuthorID: 662227),
Цыганов А.В. (AuthorID: 677084), **Мельников М.С.** (AuthorID: 1211930)

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВТОРОГО ЭТАПА ПРОЕКТА «РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УСТОЙЧИВЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК НА ОСНОВЕ «ЗЕЛЁНЫХ» ПРИНЦИПОВ И ТЕХНОЛОГИЙ»*

Второй этап проекта «Разработка гибридной многокритериальной модели устойчивых цепей поставок на основе зелёных принципов и технологий» посвящён решению задач по разработке комплекса математических и имитационных моделей внешней и внутренней среды цепей поставок и последующей разработке гибридной многокритериальной модели устойчивой цепи поставок на основе использования инструментов зелёной логистики. Основными научными результатами второго этапа проекта являются:

1. Комплекс многокритериальных моделей принятия решений по управлению устойчивой цепью поставок: FUCOM-модель оценки веса индикаторов устойчивости цепи поставок; DEMATEL-модель оценки состояния элементов цепи поставок и определения значимости каждого элемента; DEMATEL-модель оценки веса показателей материального потока; DEMATEL-CRADIS-модель ранжирования инструментов зелёной логистики для каждого элемента цепи поставок.

2. Комплекс имитационных моделей структурных элементов устойчивой цепи поставок, построенных с использованием дискретно-событийного, агентного и системно-динамического подходов. Модели используются для описания технологии переработки материального потока каждым элементом цепи поставок с учётом расхода ресурсов на реализацию инструментов зелёной логистики. Данные модели построены с использованием универсального инструмента имитационного моделирования AnyLogic. Результатом моделирования являются уточнённые ранги (весовые коэффициенты) инструментов зелёной логистики.

3. Комплекс оптимизационных математических моделей выбора инструментов зелёной логистики и расчёта основных параметров инструментов, а также модель комплексной реализации инструментов зелёной логистики в устойчивой цепи поставок. Результатом использования модели является оптимальная комбинация инструментов зелёной логистики, применяемых в каждом элементе цепи для достижения целевых индикаторов устойчивости в условиях ограниченных запасов логистических ресурсов.

4. Гибридная модель устойчивой цепи поставок. Основой модели является трёхуровневая комбинация многокритериальных методов принятия решений, имитационных моделей и математических оптимизационных моделей комплексной реализации инструментов зелёной логистики в устойчивой цепи поставок.

Эксперименты на гибридной модели устойчивой цепи поставок позволили определить оптимальный вариант комплексного использования инструментов зелёной логистики в цепи поставок крупного металлургического предприятия.

** Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда №23-21-10038, https://rscf.ru/project/23-21-10038/*

УДК 658.286:004

Валеев И.И.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ МНОГООБОРОТНЫХ СРЕДСТВ КРЕПЛЕНИЯ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ*

В условиях высокой нерегулярности сроков оборота многооборотных средств крепления готовой продукции (рам) и неравномерности объемов их производства на металлургических предприятиях наблюдаются ограничения использования математических моделей при управлении запасами рам. Данные ограничения связаны с недостаточной точностью учета нерегулярных изменений маршрутов и сроков возврата рам.

Перспективным направлением преодоления данных ограничений является использование метода имитационного моделирования, который позволяет формировать различные сценарии уровня запасов рам в зависимости от текущих условий их производства и доставки [1]. Имитационные модели управления запасами, в основном, используются для прогнозирования уровня запасов с точки зрения исключительно финансов без учета возможности изменять мощности производства [2] или при решении задачи с одним типом продукции без возможности отложить её срок доставки и возврата [3].

Разработанная имитационная модель управления запасами и производством рам основана на использовании методов управление рисками. Так, в самой модели изначально устанавливается суточный максимально желаемый запас рам, уровень которого не должен превышаться во избежание накопления излишков и следующих за этим затрат на хранение. По достижению запаса рам порогового уровня в имитационной модели формируется заявка на производство рамы определенного типа и устанавливается срок её изготовления. При решении рассматриваемой задачи учитываются ограничения: производственные мощности, которые могут быть привлечены в кратчайшие сроки, количество поставляемого сырья для производства рам, число возвращающейся на производство рам, которые могут быть использованы повторно (её количество напрямую зависит от уже отправленной в работу и произведенной продукции), сроки производства, возврата и ремонта рам.

Список используемых источников

1. Sbai N., Berrado A. Simulation models for multi-echelon inventory management problem: a literature review //Proceedings of the 5th NA International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Detroit, MI, USA. – 2020. С. 9-11.

2. Косоруков, О. А. Имитационное моделирование в стохастической задаче управления запасами / О. А. Косоруков, О. А. Свиридова // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – № 2. – С. 148-151. – EDN PZHZIJ.

3. Еськова О. И., Кикоть И. И. Имитационная модель системы управления запасами в условиях финансовых ограничений // Информатика. – 2008. – №. 2 (18). – С. 26-34.

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

Работа выполнена под научным руководством Мишкурова П.Н. (AuthorID: 662227).

Секция «Современные проблемы аглодоменного производства»

УДК 669.2/.8(075.8)

Харченко А.С. (AuthorID: 676272), **Сибагатуллин С.К.** (AuthorID: 434416),
Бигеев В.А. (AuthorID: 274795), **Кирик В.М.** (аспирант),
Вакуленко А.И. (аспирант), **Сапожников А.А.** (аспирант)

РАСЧЁТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА В ШЛАКАХ ПРОИЗВОДСТВА НИКЕЛЕВОГО ФАЙНШТЕЙНА ИЗ ПРИРОДНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ РУД ТАЛНАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В современных условиях важно повышение комплексности использования содержимого в разрабатываемом участке недр с установлением возможности улучшения основных показателей функционирования предприятий, включающих добывающие [1] и перерабатывающие [2]. В соответствии с этим рассмотрели расчётное содержание железа в шлаках для производства из них востребованных ферросплавов после излечения цветных металлов и серы из разновидностей сплошных руд Талнахского месторождения:

- халькопиритовой;
- халькопирит-пентландитовой;
- кубанит-халькопиритовой;
- пирротиновой.

Уменьшение количества вмещающей породы (ВП) на начальном этапе подготовки пирротиновойруды среднего состава, в частности, даёт следующее увеличение содержаний Fe, Ni, Cu, S, %:

ВП	50	40	30	20	10
Fe	24,24	29,09	33,94	38,78	43,63
Ni	1,54	1,85	2,16	2,47	2,78
Cu	3,03	3,63	4,24	4,84	5,45
S	17,74	21,29	24,83	28,38	31,93

Извлечение S, Ni, Cu в интервале 80-95 % производством штейна и файнштейна без ввода флюсов доводит содержание железа в шлаках, выплавленных из приведенного выше концентрата с ВП=10%, до величин, %: степень извлечения

	80	85	90	95
Fe	64,3	66,2	68,3	70,5

Такие шлаки пригодны для производства востребованных ферросплавов.

Список используемых источников

1. Гавришев, С.Е. Методика управления параметрами горнотехнической системы в динамике развития горных работ для обеспечения устойчивого функционирования горнодобывающего предприятия в изменяющихся условиях рынка / С.Е. Гавришев, В.Ю. Заляднов, А.Ю. Курочкин, В.В. Мельник, И.А. Пыталев // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. – 2024. Т. 22. – № 4. – С. 5-14. – DOI 10.18503/1995-2732-2024-22-4-5-14. – EDNVDJKZQ.

2. Бигеев, В.А.Определение расхода водорода для твердофазного селективного восстановления комплексного железорудного сырья в лабораторных исследованиях / В.А.Бигеев, С.К.Сибагатуллин, А.С.Харченко, М.В. Потапова // Черные металлы. – 2021. – № 12. – С. 25-30.– DOI 10.17580/chm.2021.12.05.

УДК 669.162.24

Харченко А.С. (AuthorID: 676272), **Сибагатуллина М.И.** (AuthorID: 1015108),
Павлов А.В. (начальник цеха), **Бегинюк В.А.** (ведущий специалист),
Кунакбаева А.Т. (аспирант), **Кургузов К.В.** (магистрант)

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ УВЕЛИЧЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ДОМЕННОЙ ПЛАВКЕ ПАО «ММК» НА СЫРЬЕ ИЗ ЖЕЛЕЗОСИЛИКАТНЫХ РУД

В настоящее время большую роль в экономике Российской Федерации имеет снижение удельного расхода кокса. Исследовали периоды работы доменной печи №4 объемом 1370 м^3 ПАО «ММК», длительностью от 31 до 262 номинальных суток, отличающиеся удельным расходом природного газа в пределах 141 – 179,6 м^3/т чугуна в условиях использования сырья, подготовленного из железосиликатных руд.

Группа рассмотренных показателей хода процессов [1] включала:

- интенсивность их развития;
- показатели восстановления железа и примесей чугуна из оксидов;
- характеристики горения топлива в фурменных очагах;
- температурно-тепловое взаимодействие между опускающимися материалами и поднимающимися газами в объёме печи;
- взаимное сопротивление противоточных потоков их движению в печи;
- распределение серы между чугуном и шлаком.

Минимальная степень прямого восстановления по Павлову (rd) составила 16,9% при расходе природного газа 165,4 м^3/т чугуна. По результатам этих исследований уменьшениеrdможет достигаться не только улучшением степени использования CO и H_2, как это обычно считается, но и за счёт роста количества этих восстановителей. Увеличению расхода природного газа на 10 м^3/т чугуна соответствовал рост содержания водорода в фурменном газе на 4,4%$_{отн}$ в интервале 141,0-165,4 м^3/т и 5,4%$_{отн}$ в интервале 165,4-179,6 м^3/т чугуна. Переход к периоду работы с расходом природного газа 179,6 от 141 м^3/т чугуна происходил с эквивалентом замены кокса газом 0,72 кг/м^3.

Силикаты являются источником железосиликатного расплава, обеспечивающего упрочнение окускованного продукта, но затрудняющего его восстановление [2]. В доменной плавке железосиликатные связки агломерата и окатышей действуют в направлении смещения процессов восстановления к высокотемпературным зонам и к низу доменной печи, что способствует росту степени использования водорода и к созданию технологических возможностей для увеличения потребления природного газа.

Список использованных источников

1. Харченко, А.С. Возможность восстановления железа дополнительным водородом, вводимым в поток природного газа доменной плавки / А.С. Харченко, М.И. Сибагатуллина, Д.М. Чукин, В.А. Бигеев // Чёрные металлы. – 2022. – № 12. – С. 17-23. – DOI 10.17580/chm.2022.12.03. –EDNVZCQHC.

2. Малышева, Т.Я. Петрография и минералогия железорудного сырья / Т.Я. Малышева, О.А. Долицкая. –М: «МИСИС». 2004. – 424 с. – ISBN 5-87623-130-4.

УДК 669.162.1

Сибагатуллин С.К. (AuthorID:434416), **Харченко Е.О.** (AuthorID: 676272),
Павлов А.В. (начальник цеха)**, Бегинюк В.А.** (ведущий специалист),
Тетюшин К.П. (AuthorID:1126102), **Логачёв Г.Н.** (аспирант)

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ МАГНЕТИТОВОГО И ЖЕЛЕЗОСИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ ПЕРИОДАМИ ИХ ПРОПЛАВКИ В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ № 1 ПАО «ММК»

В современных условиях большую роль в экономике Российской Федерации выполняет доменная плавка чугуна. Это накладывает повышенные требования к диагностированию используемого сырья. Исследовали три периода работы доменной печи №1 объемом 1370 м^3 ПАО «ММК» длительностью 361 номинальных суток в каждом из них. В первом периоде основными видами железорудного сырья являлись агломерат, произведенный с использованием концентрата ССГПО, и привозные окатыши этого предприятия, во втором – начало периода (около 10% времени) относилось к ССГПО, а далее к КМА, в третьем готовили и проплавляли преимущественно соответствующее сырьё, содержащее силикаты железа в концентрате Михайловского ГОК. Высококремнистые связки агломерата и окатышей устойчивы при восстановительно-тепловой обработке. Они блокируют рудные фазы, не восстанавливаясь сами, затрудняют восстановление железа из его минералов[1].

Рассчитанными показателями[2] в основном диагностировали:

- интенсивность работы печи по проплаву сырья, сжиганию топлива, поступлению дутья, движению печных газов;
- развитие процессов восстановления углеродом, его монооксидом, водородом;
- показатели горения топлива в фурменных очагах по количеству и составу фурменного газа, теоретической температуре горения, скорости и кинетической энергии газовоздушной смеси;
- показатели газодинамического и гидродинамического режимов работы печи, рассчитав степень уравновешивания опускающихся материалов подъёмной силой газового потока, степень заполнения продуктов плавки межкусковых пустот кокса в горне;
- удельный расход кокса и производительность печи.

В условиях рассмотренной доменной печи ПАО «ММК» такой замене соответствовалоухудшение использования СО на 1,8%абс. с ростом удельного расхода кокса на 5,83 кг/т чугуна и снижением производительности на 3,96%.

Компенсирующими мероприятиями были: повышение расхода природного газа и металлодобавок, содержания кислорода в дутье и железа в шихте.

Список использованных источников

1. Малышева, Т.Я. Петрография и минералогия железорудного сырья / Т.Я. Малышева, О.А. Долицкая. – М: «МИСИС». 2004. – 424 с.– ISBN 5-87623-130-4.

2. Харченко, А.С. Снижение удельного расхода кокса в доменной печи воздействием на зону замедленного теплообмена / А.С. Харченко, М.И. Сибагатуллина, Е.О. Харченко, И.В. Макарова, С.К. Сибагатуллин, В.А. Бегинюк // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия.–2023.–Т. 66. – № 4.– С. 394-402.– DOI10.17073/0368-0797-2023-4-39412-402. –EDNOIDBTV.

УДК 669.162.16

Юдина С.В. (AuthorID: 232366)

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР ГАЗА ПО РАДИУСУ КОЛОШНИКА ОТ ПАРАМЕТРОВ ЗАГРУЗКИ И ХАРАКТЕРИСТИК ДУТЬЯ

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 [3,4].

Путем проведения математического моделирования оценили изменение температур газа в периферийной и осевой зонах колошника, рудном гребне и их соотношений от параметров загрузки и характеристик дутья. Полученные статистические зависимости свидетельствуют о том, что направление корректировки зависит от исходных параметров загрузки и дутья. Основными из них являлись исходная крупность кокса, матрица загрузки, уровень засыпи, величина рудной нагрузки и давление колошникового газа.

Полученные уравнения могут быть использованы для корректировки режимов загрузки шихтовых материалов по кольцевым зонам колошника доменной печи при изменении эквивалентной крупности кокса.

Список используемых источников

1. Харченко, А.С. 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. Сибагатуллин // Черные металлы. – 2023. – № 12. – DOI 10.17580/chm.2023.12.04

2. Харченко,А.С. Влияние эквивалентной крупности кокса на показатели работы доменной печи, оснащенной лотковым загрузочным устройством, в условиях ПАО «ММК» / Харченко А.С., Юдина С.В., Сибагатуллин 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. Сибагатуллин, С.К. Оценка неравномерности распределения шихтовых материалов в доменной печи / С. К. Сибагатуллин, А. С. Харченко, Л. Д. Девятченко // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2018. – Т. 61, № 10. – С. 766-773. – DOI 10.17073/0368-0797-2018-10-766-773. – EDN YNDMIH.

4. Харченко, А.С. Закономерности поступления компонентов шихты по крупности из бункера БЗУв колошниковое пространство печи в зависимости от условий загрузки / А.С. Харченко // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2018. – Т. 16, № 3. – С. 46-56. – DOI 10.18503/1995-2732-2018-16-3-46-56. – EDN YARHFZ.

УДК 669.12.094.1

Потапова М.В. (AuthorID: 680509), **Харченко А.С.** (AuthorID: 676272),
Сысоев В.И. (AuthorID: 739897), **Кирик В.М.** (аспирант),
Вакуленко А.И. (аспирант), **Сапожников А.А.** (аспирант)

СЕЛЕКТИВНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ ВОДОРОДОМ

Разработка и реализация прорывной технологии применения водорода в качестве восстановителя в черной металлургии в промышленных масштабах позволит решить ряд значимых для Российской Федерации проблем, в том числе переработку отходов металлургического производства и комплексных сложных руд[1,2], использование которых имеет значимостьдля металлургической отрасли страны. Дополнительно будет снижение экологической нагрузки за счет утилизации отходов и уменьшения выбросов углекислого газа в атмосферу.

Математическим моделированием оценили возможность получения ферроникеля из руд имеющем в своем составе оксиды железа и никеля (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав руды, %

Fe_3O_4	SiO_2	CaO	Al_2O_3	MnO	SO_3	Cl	NiO	TiO_2	Cr_2O_3	H_2O
65,18	10,5	0,34	6,4	0,95	0,47	0,25	0,43	0,31	1,00	14,17

Результаты математического моделирования показывают теоретическую возможность получения ферроникеля твердофазным водородным восстановлением с высоким содержанием никеля (более 25%). Рациональная степень восстановления железа из комплексного рудного сырья составит от 5 до 10%,что позволит обеспечить содержание никеля в получаемом ферросплаве до 10%. Такой ферросплав является товарным и особо чистым по содержанию вредных примесей. Он может быть использован для производства низколегированных марок сталей 10ХСНД, 15ХСНД, 17ХСНД, широко применяемых в судостроительном производстве.

Список используемых источников

1. Бигеев, В.А.Разработка схемы производства ферроникеля и чугуна из руды сахаринского месторождения по водородной технологии / В.А.Бигеев, А.С.Харченко, С.К.Сибагатуллин, М.В.Потапова, И.А.Гришин // Черные металлы. – 2024. – № 3. – С. 16-21.

2. Потапова, М.В.Исследование технологии переработки титаномагнетитовых руд Суроямского месторождения / М.В.Потапова, В.А.Бигеев, А.С.Харченко, М.Г.Потапов, Е.В. Соколова // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Т. 63. – № 3-4. – С. 225-230.

3. Бигеев, В.А.Определение расхода водорода для твердофазного селективного восстановления комплексного железорудного сырья в лабораторных исследованиях / В.А.Бигеев, С.К.Сибагатуллин, А.С.Харченко, М.В. Потапова // Черные металлы. – 2021. – № 12. – С. 25-30.

Работа выполнена под научным руководством проф., д-ра техн. наук Сибагатуллина С.К. и проф., д-ра техн. наук Бигеева В.А.

УДК 669.162.1

Дзюба А.В. (AuthorID: 1168814), **Сысоев В.И.** (AuthorID: 739897),
Савинов А.С. (AuthorID: 671233), **Харченко Е.О.** (AuthorID: 676272),
Логунова П.С. (студент), **Щелоков Н.С.** (AuthorID: 1206667)

ИСПАРЕНИЕ МАСЛА ИЗ ОКУСКОВАННОЙ ЗАМАСЛЕННОЙ ОКАЛИНЫ ПРИ ДВИЖЕНИИ В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ ОТ КОЛОШНИКА К ГОРНУ

Эффективная переработка техногенных отходов на металлургических предприятиях дает большой внутренний ресурс по железосодержащему сырью [1]. Трудности традиционно вызывает рециклинг замасленной прокатной окалины, содержащей до 20-30% масел [2,3]. Актуальной представляется разработка способа утилизации замасленной окалины прямой загрузкой в доменную печь. Для этого необходимы дополнительные исследования теплофизических свойств.

На основе метода конечных разностей получены зависимости изменения температуры окускованной замасленной окалины при движении от колошника до горна доменной печи за счет ее нагрева газом и шихтой. Для этого в расчетах использовали характеристики замасленной окалины, определенные в лаборатории кафедры металлургии и химических технологий (МиХТ): теплоемкость – 681-1246 Дж/(кг · °С) в зависимости от содержания в окалине воды и масла в температурном интервале 100 – 1500 °С; насыпная плотность окалины, помещенной в металлический контейнер – 2089 кг/м^3; радиус металлического контейнера – 0,041 м.

Анализ полученных зависимостей показал, что в доменной печи решающее действие на температуру замасленной окалины при её движении от колошника к горну имеет характер теплообмена по высоте доменной печи. В доменной печи объемом 1370 м^3 на расстоянии по высоте 77-88% от оси воздушных фурм температура окускованной замасленной окалиной составит 230-600°С, что соответствует началу и концу испарения масла из замасленной окалины.

Список используемых источников

1. Дмитриев, А.Н. Основы теории и технологии доменной плавки / А.Н. Дмитриев, Н.С. Шумаков, Л.И. Леонтьев, О.П. Онорин. Екатеринбург: УрОРАН, 2005. – 545 с.

2. Ровин, С.Л. Новая концепция рециклинга дисперсных железосодержащих отходов / С.Л. Ровин, Л.Е. Ровин // Труды X Международной НТК «Прогрессивные литейные технологии», Москва, 9-13 нояб., 2020 Нац. Исслед. Технол. Ун-т «МИСиС». М. – 2020. – С. 238-243.

3. Аникин, А.Е. Исследование физико-химических характеристик оксиджелезосодержащего техногенного сырья / А.Е. Аникин, Г.В. Галевский, В.В. Руднева // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2018. – № 9. – С. 107–112.

Работа выполнена под научным руководством зав. каф МиХТ, д-ра техн. наук Харченко А.С. и проф., д-ра техн. наук Сибагатуллина С.К.

УДК 669.531

Сибагатуллин С.К. (AuthorID:434416), **Магасумов Г.З.** (AuthorID: 1166772),
Свиридова М.А. (студент), **Щелоков Н.С.** (AuthorID: 1206667),
Кургузов К.В. (магистрант), **Корнеев В.С.** (студент)

ОБЕСЦИНКОВАНИЕ ШЛАМОВ КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТЕРНОГО ЦЕХА ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Обесцинкование шламов кислородно-конвертерного цеха является одной из актуальных задач современной металлургии, направленной на повышение экологической безопасности и экономической эффективности производства. Шламы, образующиеся в процессе конвертерной плавки, содержат значительное количество цинка и использование данных шламов в металлургическом переделе без их предварительной переработки ведёт к негативным последствиям, связанным с образованием настыли в верхней части доменной печи [1,2]. Кроме того, накопление цинкосодержащих отходов создает серьезные экологические риски, связанные с загрязнением окружающей среды. В связи с этим разработка технологий извлечения цинка из шламов и их последующей утилизации представляет собой важное направление научных исследований [3].

В работе рассматривается пирометаллургический способ извлечения цинка и его соединений. Целью данной работы является разработка рекомендаций по оптимизации процесса обесцинкования на основе результатов, полученных в ходе лабораторных экспериментов.

Для достижения поставленной цели в лабораторных условиях был проведен восстановительный обжиг окатышей, состоящих из шламов ККЦ и коксовой пыли в различных соотношениях. Для определения количества углерода, вносимого коксовой пылью, с использованием программного комплекса HSCChemistry было рассчитано минимально необходимое количество восстановителя для полного перехода оксида цинка в газовую фазу. Согласно расчету для восстановления всего цинка шламов ККЦ в газовую фазу при температуре 1000 °С требуется не менее 10 % (мас.) углерода (11,6% (мас.) коксовой пыли).

Список используемых источников

1. Сибагатуллин, С.К.Исследование действия расхода окатышей на стойкость футеровки доменной печи / С.К.Сибагатуллин, А.С.Харченко, Е.О.Харченко,М.В. Сидоров,М.И. Сибагатуллина,С.Р. Миникаев, М.А. Семенюк// Литейные процессы. – 2015. – № 14. – С. 59-67. – EDN VPVYKX.

2. Сибагатуллин, С.К.Выявление рациональных режимов загрузки железорудных материалов в колошниковое пространство печи при повышенной доле окатышей в шихте / С.К.Сибагатуллин, А.С.Харченко, М.М.Кашапов, С.С.Тяпкин, М.А.Семенюк// Теория и технология металлургического производства. – 2017. – № 3 (22). – С. 4-9. – EDN: YOEZEB

3. Бигеев, В. А. Исследование двухстадийного способа переработки пылей и шламов с помощью математических моделей / В. А. Бигеев, А. А. Черняев, А. В. Пантелеев // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2014. – № 3(47). – С. 48-52. – EDN SMWLQF.

УДК 669.162.1

Решетова И.В. (AuthorID: 1255123), **Потапов И.М.** (AuthorID: 1234097),
Посохин М.А. (студент), **Киричко А.Д.** (студент), **Корнеев В.С.** (студент),
Свиридова М.А. (студент)

ВЛИЯНИЕ СВЯЗУЮЩЕЙ ДОБАВКИ В АГЛОШИХТУ НА КОМКУЕМОСТЬ ШИХТЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА СПЕКАНИЯ

Россия занимает лидирующие позиции в мире по запасам железных руд [1]. Пониженное содержание железа в рудах РФ требует их глубокого обогащения. Тонкое измельчение для достижения этой цели создаёт необходимость тщательной подготовки агломерационной шихты к спеканию, а именно ее окомкованию.

Одним из направлений, позволяющих интенсифицировать процесс окомкования железорудных материалов, является применение поверхностно-активных веществ (ПАВ) в качестве дополнительного связующего материала.

Исследования проводились на лабораторных установках кафедры МиХТ ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова». В качестве связующей использовалась водорастворимая добавка на основе тримеров пропилена, являющееся высокоэффективным неионогенным поверхностно-активным веществом.

Комкуемость шихты оценивалась следующими параметрами:

- сопротивление сырых гранул сжатию, гс/окатыш, фракции >8 мм и 5-8 мм;
- сопротивление сырых гранул удару, фракции >8 мм и 5-8 мм (h = 300 мм, 10 раз, %);
- гранулометрический состав окомкованной шихты, %:

Агломерационный процесс и качество получаемого агломерата оценивались следующими показателями:

- коэффициент газодинамического сопротивления;
- выход годного (+5мм от аглоспека), %;
- удельная производительность по окончанию спекания, т/(м^2·ч);
- сопротивление годного агломерата удару (+5 мм), %;
- разрушение годного агломерата (0,5-5 мм), % ;
- истирание годного агломерата (0-0,5 мм), %;.

Наилучшие результаты были достигнуты при вводе ПАВ в шихту при окомковании в диапазоне 0,4 - 0,6 мг/л.

Использование связующего позволяет улучшить качество подготовки шихты и значительно повысить ее газопроницаемость, что в свою очередь приведет к улучшению металлургических свойств агломерата, а также параметров агломерационного процесса.

Список используемых источников

1. Леонтьев, Л.И. Проблемы развития металлургической отрасли для обеспечения технологического суверенитета России с учётом состояния минерально-сырьевой базы / Л.И. Леонтьев, О.В. Заякин, А.И. Волков // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 7. – С. 631-645. – DOI 10.31857/S086958732307006X.

УДК 669.162

Макарова И.В. (AuthorID:744717), **Манашева Э.М.** (преподаватель),
Байченко С.А. (преподаватель), **Головина С.С.** (преподаватель),
Макарова К.Р. (школьник), **Аксенов Т.А.** (школьник)

СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК РАСЧЕТА ПРОФИЛЯ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Проектирование доменной печи начинается с расчета профиля. Именно профиль определяет рентабельность доменной печи. Рационально спроектированный профиль позволит обеспечить работу доменной печи с минимально возможным расходом кокса и максимально возможной производительностью. Достижение этого возможно за счет проектирования оптимальных размеров и очертаний отдельных элементов профиля.

Первые попытки расчета профиля были сделаны в конце 19 века немецким металлургом А. Ледебуром. Он попытался систематизировать знания о размерах существующих на том момент доменных печей, выведя коэффициент для расчета полной высоты доменной печи в зависимости от объема ее. Размеры диаметров и высот отдельных элементов профиля рассчитывались в зависимости от полной высоты печи. Также методики для расчета профиля разработали такие ученые, как М.А. Павлов, А.Н. Рамм, В.К. Леонидов и др.

Методики А. Ледебура, А.Н. Рамма, В.К. Леонидова являются статистическими и предложенные коэффициенты зависимостей являются неизменными. Это обстоятельство ограничивает использование данных методик для проектирования профиля.

М.А. Павлов предлагает более гибкую методику расчета профиля доменных печей. Коэффициенты для расчета элементов профиля не имеют жесткого закрепления , а имеют свободу выбора. Кроме этого, М.А. Павлов разработал систему оценки правильности расчета профиля.

Однако, в современных условиях работы доменных печей методика М.А. Павлова нуждается в доработке. Особенно для доменных печей большого объема. В настоящее время доменные печи работают на смеси железорудных материалов, коксе сухого тушения, высокотемпературном дутье с высоким содержанием кислорода и топливных добавок. Современный доменный процесс отличается высокой интенсивностью и максимальной производительностью. Все это необходимо учитывать при расчете профиля доменных печей.

Список использованных источников

1. Устройство и проектирование доменных печей: учебное пособие / Л. И. Каплун, А. В. Малыгин, О. П. Онорин, А. В. Пархачев. – Екатеринбург : УрФУ, 2016. – 219 с

2. Дружков, В. Г. Основы проектирования доменных печей : учебное пособие [для вузов] / В. Г. Дружков, И. Е. Прохоров, И. В. Макарова ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2022. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул.экрана. - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20292

Секция «Современные проблемы сталеплавильного производства»

УДК 669.187.25

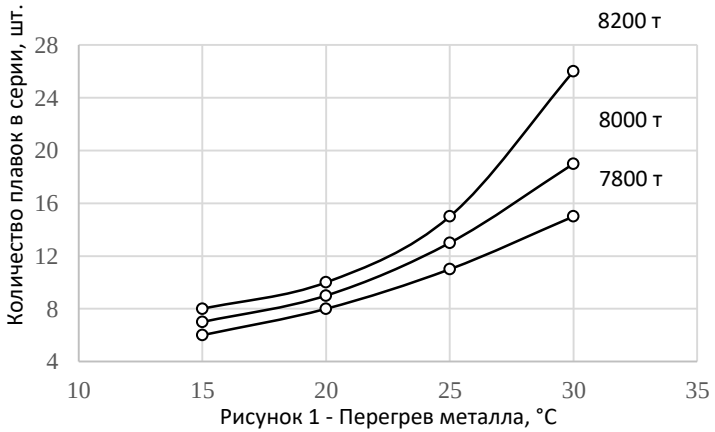
Столяров А.М. (AuthorID: 443640), **Засов Н.Е.** (магистрант),
Юдин Д.В. (AuthorID: 1097962)

АНАЛИЗ СУТОЧНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СЛЯБОВОЙ МНЛЗ

В электронных таблицах «Excel» проведено математическое моделирование двухфакторной зависимости суточной производительности слябовой МНЛЗ криволинейного типа и оптимизация условий получения конкретных значений производительности с использованием надстройки «Поиск решения». Исходные данные: разливка низколегированной стали марки 09Г2С; масса стали в ковше − 360 т; размеры поперечного сечения сляба − 250×1270 мм; плотность металла – 7,6 т/м^3; выход годного – 98 %; длительность паузы между сериями – 120 мин; количество плавок в серии – 10, 12, 14, 16, 18 шт.; перегрев металла в промежуточном ковше над температурой ликвидус – 15, 20, 25, 30 °С. Скорость вытягивания сляба из кристаллизатора (v, м/мин) зависит от перегрева металла (Δt, °С) и определяется по формуле

$$v = 0{,}95 - 0{,}01 \cdot \Delta t.$$

Результаты расчета суточной производительности МНЛЗ представлены на рисунке.



Взаимосвязь между минимальным количеством плавок в серии и перегревом металла в промежуточном ковше над температурой ликвидус для достижения конкретной (цифры у линий) суточной производительности МНЛЗ

Для роста суточной производительности машины на 5,0% (от 7800 до 8200 т) при разном перегреве металла: 20, 25 и 30°С необходимо увеличивать минимальное количество плавок в одной серии с 8 до 10; с 11 до 15 и с 15 до 26 шт. соответственно.

УДК 669.018.28

Столяров А.М. (AuthorID: 443640)**, Михневич А.С.** (магистрант)

О СЛУЖЕБНЫХ СВОЙСТВАХ ЛИТЕЙНОЙ СТАЛИ

В работе определены механические свойства литейной стали 60 плавок: 18, 10, 13 и 19 плавок стали марок 20Л, 25Л, 30Л и 35Л соответственно. Служебные свойства представлены пределом текучести $б_Т$ (МПа), временным сопротивлением $б_В$ (МПа), относительным удлинением δ (%), относительным сужением ψ (%), ударной вязкостью KCU (Дж/см^2), твердостью по Бринеллю НВ. Корреляционный анализ показал тесную связь временного сопротивления $б_В$ с остальными параметрами:

	$б_Т$	δ	ψ	KCU	НВ
Коэффициент парной корреляции r	0,924;	−0,731;	−0,644;	−0,708;	0,947.

Критическое значение r при числе степеней свободы 58 и уровне значимости ошибки 0,001 равно 0,415.

В результате корреляционно-регрессионного анализа установлен вид зависимостей значений каждого параметра служебных свойств от содержания углерода в стали:

$б_Т$ =471,44·[C] +167,87 r = 0,723;
$б_В$ = 729,93·[C] + 325,99 r = 0,779;
δ = 38,43 – 46,96·[C] r = −0,683;
ψ = 65,45 – 85,17·[C] r = −0,611;
KCU = 171,34 – 304,88·[C] r = −0,652;
НВ = 172,65·[C] + 101,2 r = 0,691.

Графическое изображение одной из зависимостей приведено на рисунке.

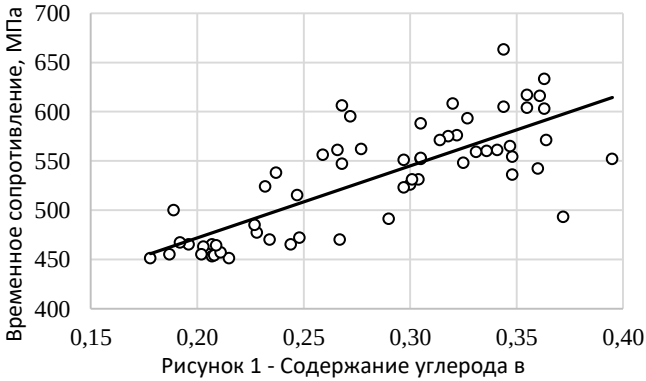


Рисунок 1 - Содержание углерода в

Зависимость временного сопротивления металла от содержания углерода в литейной стали

Все полученные зависимости статистически значимы. С ростом содержания углерода увеличиваются предел текучести, временное сопротивление и твердость стали, а относительные удлинение и сужение, ударная вязкость снижаются.

УДК 669.187.25

Столяров А.М. (AuthorID: 443640), **Юзеев И.В.** (AuthorID: 1277685)

ТОЧЕЧНАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ОСОБОНИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

В работе изучена точечная неоднородность непрерывнолитых слябов из особонизкоуглеродистой стали марок DX54D, DX56D, DX57D и 006/IF при разливке на МНЛЗ криволинейного типа с вертикальным участком и без него. Исследован массив производственных данных разливки стали вышеперечисленных марок из 383 плавок. Металл 149 плавок (38,9 % от общего количества) был разлит на четырех МНЛЗ (условно A, B, C, D) криволинейного типа без вертикального участка (базовый радиус 8 м), а металл остальных 234 плавок – на машине криволинейного типа (E) с вертикальным участком длиной 2,7 м (базовый радиус 11 м).

Дефект «Точечная неоднородность» оценивался количеством баллов от нуля до четырех. В микроструктуре металла по месту расположения дефекта наблюдались неметаллические включения, различные как по составу (оксидные, оксисульфидные), так и по происхождению (эндогенные, продукты вторичного окисления металла, экзогенные – частицы покровного шлака, продукты эрозии огнеупоров и др.). Усредненные данные оценки точечной неоднородности металла, отлитого на МНЛЗ разного типа, представлены на рисунке 1.

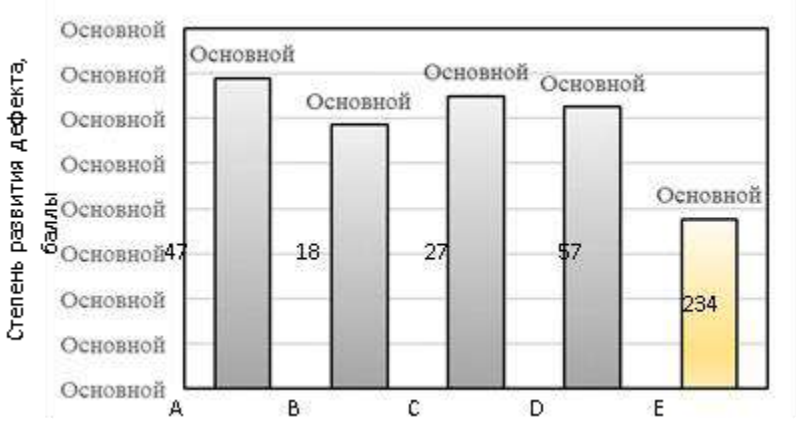


Рис. 1. Условное обозначение МНЛЗ

Средние значения степени развития дефекта «Точечная неоднородность» металла, отлитого на МНЛЗ криволинейного типа: A, B, C, D − без вертикального участка; E − с участком: (цифры внутри столбиков – количество слябов)

Минимальная степень развития дефекта – 0,75 балла характерна для металла, отлитого на МНЛЗ с вертикальным участком. Наличие вертикального участка позволяет уменьшить степень развития точечной неоднородности с 1,29 (в среднем для МНЛЗ A, B, C и D) до 0,75 балла – на 0,54 балла или на 41,9 % (отн.).

УДК 669.046.516

Масальский Л.С. (AuthorID: 1175261), **Масальская А.С.** (студент),
Масальский С.С. (AuthorID: 379170)

ПРИМЕНЕНИЕ ОБОЖЖЁННОГО КОНЦЕНТРАТА МОЛИБДЕНА ДЛЯ ПРЯМОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ИМ МЕТАЛЛА В КОНВЕРТЕРЕ

Для придания стали специальных свойств в нее вводят молибден в виде кускового ферросплава - ферромолибдена. Ферромолибден является удобным для транспортировки материалом, обеспечивают высокую технологичность при вводе в металл и характеризуются достаточно стабильным усвоением, что определяет его повсеместное использование.

Несмотря на то, что ферромолибден, имеет перечисленные преимущества, его использование зачастую ставит перед металлургами следующие проблемы.

Первой проблемой при использовании ферромолибдена является наличие посторонних примесей в ферросплаве и соответственно получение «чистого» ферросплава в условиях ухудшения качества исходного сырья. Вследствие этого ферромолибден высокого качества представляет собой дорогой материал, и его использование увеличивает себестоимость стали, и как следствие, снижает ее конкурентоспособности.

Другая проблема заключается в обеспечении теплового режима плавки при введении значительных количеств легирующего элемента, вследствие затрат тепла на процесс растворения ферросплава в металле.

Вариантом решения проблемы, связанных с удорожанием ферромолибдена, технология «прямого легирования», при которой молибден вводится в сталь в неметаллической форме, в частности в виде оксидов молибдена, а для обеспечения перехода легирующих элементов из неметаллического материала в металл создаются необходимые условия.

Однако 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 концентрат молибденовый обожженный КМО со средним содержанием в пересчете на чистый элемент около 12%.

Технология легирования молибденом с применением концентрата молибденового обожженного КМО заключалась в следующем: концентрат в расчетном количестве по нижнему марочному пределу загружался вилочным 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, PC D500W, HCT780X с легированием металла концентратом молибденовым обожженным КМО. В качестве сравнительных плавок 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 97,47%.

УДК 669.1

Масальский Л.С. (AuthorID: 1175261), **Масальская А.С.** (студент),
Масальский С.С. (AuthorID: 379170)

ПРИМЕНЕНИЕ ГБЖ (HBI) МЕЛКОЙ ФРАКЦИИ ДЛЯ ЗАМЕНЫ ЧАСТИ ЛОМА ПРИ ВЫПЛАВКЕ СТАЛИ В КОНВЕРТЕРЕ

Увеличение стоимости стального лома привело к возникновению решений для замены его части на альтернативные материалы. Одним из таких материалов является горячебрикетированное железо (ГБЖ) или HBI в мировой терминологии.

В ККЦ были проведены испытания брикетов из ГБЖ мелкой фракции. Материал представляет собой прессованные брикеты из металлизованных окатышей размерами 4х25 мм и насыпным весом 2,0-2,2 т/м^3.

Было выплавлено 242 опытных плавки с различным расходом брикетов ГБЖ: 5 плавок с расходом до 5 тонн, 232 плавки с расходом до 10 тонн и 5 плавок с расходом до 20 тонн. Испытания ГБЖ производились на плавках рядового сортамента марки стали 08пс, Ст3сп и их аналогов. Задача исследования определение оптимального расхода материала ГБЖ мелкой фракции выявил результат разовой порции в 10 тонн на плавку.

Содержание влаги в остатках материала составила 5,6%. На плавке №224035 при выплавке стали марки 09Г2С после завалки лома был зафиксирован смёрзшийся остаток материала (рисунок, совок №48 лом КЦ №1 дозирован ГБЖ в количестве 10 тонн).

На рис. 1 представлено фотографии остатков ГБЖ мелкой фракции смёрзшее в совке из-за повышенного содержания влаги в материале.



Рис. 1. Вид ГБЖ мелкой фракции в совке после кантовки в конвертер

После разбора причин, приведших к налипанию материала, была изменена схема погрузки совка. Материал размещали в совке на легковесный лом, с целью избежать налипания на стенки совка и догружался оставшейся частью лома.

Технология выплавки стали с шихтой, дозированной ГБЖ, заключалась в следующем. Завалка ГБЖ производилась одним совком непосредственно перед отдачей основной массы шлакообразующих материалов. В процессе заливки чугуна увеличение выбиваний не отмечено. Промежуточное скачивание на опытных плавках не производилось.

УДК 669.181

Потапова М.В. (AuthorID: 680509), **Андронов А.В.** (студент),
Юдин Д.В. (AuthorID: 1097962), **Потапов И.В.** (AuthorID: 1234097),
Максимов А.В. (студент)

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ШЛАКОВ В ЖИДКОЙ ВАННЕ С ПОЛУЧЕНИЕМ СТАЛЬНОГО ПОЛУПРОДУКТА

Ежегодно в сталеплавильных цехах ПАО "ММК" образуется более двух миллионов тонн шлака (более 1,7 млн т/год в ККЦ и более 0,5 млн т/год в ЭСПЦ). Эти шлаки подвергаются дальнейшей переработке на площадке ООО "Шлаксервис" на установках Roxon и Amcom, после которой металлосодержащий продукт направляется обратно в производство, а немагнитная фракция - на рекультивацию карьеров [1,2].

В работе рассмотрен еще один перспективный способ переработки таких шлаков - их карботермическое восстановление в жидкой ванне. Агрегатом для реализации подобной технологии может служить любой подовый агрегат, такой как печь Ванюкова или ее разновидность - реактор Ромелт, В настоящем исследовании расчетом определили расход кокса на восстановление 1 тонны сталеплавильного шлака на примере конвертерного, выход стального полупродукта и отвального шлака, химический состав получаемых продуктов.

Конвертерный шлак ККЦ ПАО "ММК" имеет следующий химический состав, %: $Fe_{общ}$=23,5-26,5; $Fe_{мет}$=7,1-11,2; FeO=11,2-14,61; Fe_2O_3=7,0-15,4; SiO_2=12,81-15,49; CaO=33,3-39,4; MgO=9,4-10,4; Al_2O_3=2,27-4,85;MnO=2,16-2,59; TiO_2=0,67-0,80; P_2O_5=0,289-0,324; Cr_2O_3=0,12-0,18 [3].

По результатам расчета на восстановление одной тонны шлака потребуется 0,12-0,15 тонн кокса с содержание углерода 82%, выход стального полупродукта составит 270-290 кг, выход шлака 645-705 кг. Полученный металл будет иметь следующий химический состав: C=3,48%; Mn=0,31%; Si=0,71%; P=0,34%, Cr=0,05%. Полученный полупродукт отличается высоким содержание фосфора и требует дальнейшего рафинирования. Так же он может в ограниченных количествах использоваться в качестве добавки в сталеплавильных агрегатах для частичной замены лома.

Список используемых источников

1. Утилизация отходов металлургического производства: Монография / Н.В. Панишев, В.А. Бигеев, М.В. Потапова, И.В. Макарова, Т.О. Гаврилова. // Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. 2018. 69 с.

2. Повышение эффективности переработки сталеплавильных шлаков ПАО "ММК"/ Масьянов С.В., Айкашев А.В., Бигеев В.А., Абдуллина Л.Ш.// Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2023. Т. 79. № 1. С. 22-29. DOI: 10.32339/0135-5910-2023-1-22-29.

3. Совершенствование технологии переработки сталеплавильных шлаков ПАО "ММК" / Бигеев В.А., Айкашев А.В., Махоткина Е.С. // В книге: Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы 80-й международной научно-технической конференции. 2022. С. 97.

УДК 669.046.554

Бигеев В.А. (AuthorID: 274795), **Кошкаров А.А.** (аспирант)

ОСОБЕННОСТИ КОВШЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОСОБОНИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

В ПАО «ММК» на протяжении почти 50 лет производится автокузовная сталь марки 08Ю нескольких категорий качества, а так же освоены некоторые марки IF-сталей, и произведены опытные партии упрочненных автомобильных сталей. С пуском в ККЦ нового комплекса ковшевой обработки стали открываются дополнительные возможности по разработке технологий производства современных сталей для автомобильной промышленности.

Существует или могут быть реализованы несколько технологических цепочек производства автокузовных сталей. При этом рафинирование на RH-вакууматоре является наилучшим процессом для массового производства сверхчистой стали из-за его преимуществ в обезуглероживании, раскислении, удалении включений, легировании и коротком цикле обработки. Поэтому он всегда ассоциируется с конвертером и непрерывной разливкой для достижения большей части производства сверхнизкоуглеродистой раскисленной алюминием стали.

Авторами данной работы был произведен анализ двух технологий производства IF-стали. Сверхнизкоуглеродистая сталь была произведена по двум технологиям, исходной (А): BOF(кислородный конвертер) – LF (ковш-печь) – RH (циркуляционный вакууматор) – LF (ковш-печь) – CC (непрерывная разливка); и опытной (В): BOF(кислородный конвертер) – LF (ковш-печь) – RH (циркуляционный вакууматор) – CC (непрерывная разливка). Была произведена сравнительная характеристика, на содержание кислорода и азота в стали, анализ на электронном микроскопе и произведен термодинамический расчет для поиска оптимального процесса рафинирования. Полученные результаты показывают, что неметаллические включения, очевидно, могут быть удалены в обоих процессах рафинирования.

В данной работе предложен новый технологический процесс BOF–LF–RH-CC, направленный на повышение температуры на входе в RH, при снижении отдачи Al и снижение нагрузки удаления включений в процессе RH. Эффекты рафинирования этих двух процессов были сравнительно исследованы с точки зрения температуры жидкой стали, содержания примесных элементов и эволюции включений.

Список используемых источников

1. Исследование на гидродинамической модели эффективности применения реверса в циркуляционной установке вакуумирования стали / Кошкаров А.А., Агапитов Е.Б., Бигеев В.А. // Теория и технология металлургического производства. 2020. № 4 (35). С. 17-24.

2. Особенности гидродинамики металла в 360-тонном сталеразливочном ковше при обработке на RH-вакууматоре /Т Кошкаров А.Н., Агапитов Е.Б., Бигеев В.А. // В сборнике: Чистая сталь: от руды до проката - 2020. Сборник статей I Международной конференции. Москва, 2020. С. 161-163.

УДК 669.18.046.546.2

Бигеев В.А. (AuthorID: 274795), **Майданкин К.С.** (студент)

РАЗВИТИЕ КОВШЕВОЙ ДЕСУЛЬФУРАЦИИ ЧУГУНА

Производство низкосернистых сталей требует использование чугуна с содержанием серы не более 0,005% [1]. Это можно обеспечить при помощи ковшевой десульфурации чугуна. В настоящее время наиболее распространенными являются следующие способы ковшевой десульфурации чугуна.

1. Метод с применением флюидизированнойизвести в качестве реагента.Преимуществами этого способа являются его: доступность и низкая стоимость сырья. К недостаткам относятся: низкая эффективность из-за ограниченной растворимости извести и медленной скорости реакции, «закозление» сопел фурмы.

2. Использование гранулированного магния в качестве реагента. Преимущества: глубокое удаление серы, высокая скорость реакции. Ограничения: значительные потери магния из-за его интенсивного испарения, необходимость специальных методов ввода для минимизации потерь.

3. Преимущества обоих способов использованы в процессе Co-injection (совместное использование магния и извести) [2]. Здесь производится попеременная инжекция магния и извести в чугун. Преимуществами являются высокая степень десульфурации, оптимизация соотношения магния и извести, хорошее перемешивание, сокращение образования оксида магния, эффективное снижение температуры.

На практике выбор оптимального процесса зависит от требуемой степени десульфурации чугуна, экономических факторов и наличия соответствующего оборудования. Наши исследования направлены на оптимизацию процессов для снижения затрат, и повышения эффективности.

Сделанные расчеты прогнозируют снижение удельных расходов флюидизированной извести на 5%, гранулированного магния на 3% [3].

Список используемых источников

1. Ковшовая десульфурация конвертерной трубной низкосернистой стали / Ушаков С.Н., Бигеев В.А., Столяров А.М., Потапова М.В. // Металлург. 2018. № 7. С. 50-53.

2. Современные процессы ковшевой десульфурации чугуна / Ушаков С.Н., Бигеев В.А., Столяров А.М., Потапова М.В. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2019. Т. 17. № 2. С. 17-23, DOI: 10.18503/1995-2732-2019-17-2-17-23

3. Влияние химического состава шлака на десульфурацию трубных марок стали на агрегате печь-ковш в условиях ККЦ ПАО ММК / Ушаков С.Н., Бигеев В.А., Соколова Е.В., Столяров А.М., Соколов И.Л. // В сборнике: Современные проблемы электрометаллургии стали. Материалы XVIII Международной конференции. 2019. С. 169-172.

УДК 669.18

Исаев М.К. (AuthorID: 1176631)**, Бигеев В.А.** (AuthorID: 274795)

ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОПРОЦЕНТНОГО СИЛИКОКАЛЬЦИЯ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СТАЛИ

В рамках изучения новых материалов ввода в сталь кальция с наименьшими потерями, был разработан сплав силикокальция, который имеет большую температуру плавления 1000-1200°С. Силикокальций является важным компонентом в процессах рафинирования и модифицирования металлов, а также в производстве специальных сплавов.

Силикокальций СК-60 — это сплав, получаемый в результате плавления кремния и металлического кальция. Этот материал широко используется в металлургической, химической и других отраслях промышленности благодаря своим уникальным свойствам.

Основными компонентами для производства силикокальция являются: кремний и металлический кальций. Производство силикокальция осуществляется в электродуговых печах при высоких температурах (до 2000 °С). Кремний и кальций очищаются от примесей и смешиваются в определенных пропорциях. Смесь загружается в печь, где под воздействием электрической дуги происходит плавление и образование сплава. Полученный сплав очищается от шлаков и газовых включений. Силикокальций разливается в формы или гранулируется для дальнейшего использования. Силикокальций СК-60 содержит: 55–65% кремния (Si), 30–35% кальция (Ca), до 5% примесей (алюминий, железо, углерод и др.).

Силикокальций используется для удаления кислорода и серы из расплавленной стали, что улучшает ее механические свойства. СК-60 используется как легирующая добавка для получения сплавов с повышенной коррозионной стойкостью и жаропрочностью.

Силикокальций СК-60 является важным материалом в современной промышленности. Его уникальные свойства и широкий спектр применения делают его незаменимым в металлургии, химической промышленности и других отраслях. Дальнейшее развитие технологий производства и применения силикокальция открывает новые возможности для повышения эффективности и экологической безопасности промышленных процессов.

Список используемых источников

1. ГОСТ 1415-93. Силикокальций. Технические условия. — Введ. 1995-01-01. — М.: Стандартинформ, 1993. — 12 с.

2. Smith, J. Metallurgy of Steel Production / J. Smith. — 2nd ed. — New York : Steel Publishing, 2020. — 345 p. — ISBN 978-1-12345-678-9.

3. Иванов, А.А. Математическое моделирование в металлургии : учебное пособие / А.А. Иванов // М. : Металлургия, 2018. — 210 с. — ISBN 978-5-12345-678-9.

4. Johnson, R. Chemical Reactions in Steelmaking / R. Johnson // Journal of Metallurgical Science. — 2019. — Vol. 45, № 3. — P. 123–145. — DOI: 10.1234/jms.2019.12345.

УДК 669.013

Чумичев Е.К. (AuthorID: 59461895)

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В РАМКАХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЛЯ СТОРОННЕГО ЗАКАЗЧИКА СОВРЕМЕННОГО КРИСТАЛЛИЗАТОРА МНЛЗ СОВМЕСТНО С ГНЦ ФГУП «НИИЧЕРМЕТ» ИМ. И.П. БАРДИНА

В настоящее время в ПАО «ММК» и родственных предприятиях, таких как ПАО «Северсталь» и ПАО «НЛМК» поднимается вопрос, связанный с наличием своих ремонтных и машиностроительных подразделений, способных осуществлять ремонт и изготовление используемого оборудования, в частности, машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

Функция кристаллизатора и его конструктив.

Кристаллизатор – один из основных узлов МНЛЗ, в него разливается жидкая сталь и в нём образуется сляб. Кристаллизатор является наиболее часто выходящим из строя и ремонтируемым оборудованием МНЛЗ (стойкость от 100 до 400 плавок). Он работает в экстремальных условиях: высокой температуре до 1560°С; повышенной влажности; наличии коррозионно-эрозионной составляющей, образующейся при разливке. Поэтому актуальным является вопрос возможности его ремонта или замены на новый. Такие виды работ в России в настоящее время осуществляют несколько предприятий, в число которых входит и ООО «МРК».

Кристаллизатор состоит из множества комплектующих, основными из которых являются широкие и узкие стальные стенки, на которых закрепляются медные стенки и через которые к медным стенкам подается охлаждение, а также боковины, с которыми собираются сами широкие стенки. Это конструктивно сложные литые сварные конструкции, требующие высокоуровневого литья, соответствующей механической обработки и осуществления ряда доводочных и проверочных сборочных операций.

Престиж ООО «МРК», осуществляющий широкий спектр работ в области проектирования и изготовления металлургического оборудования, позволил сотрудничать с ГНЦ ФГУП «ЦНИИЧЕРМЕТ» им И.П. Бардина. Так, в 2021-2022 гг., совместно с ГНЦ ФГУП «ЦНИИЧЕРМЕТ» им И.П. Бардина, была осуществлена доработка и изготовление основных металлоконструкций кристаллизаторов для ПАО «НТМК».

Кристаллизатор для ПАО «НТМК» - новый проект, новая продукция.

При рассмотрении технической документации ТД ГНЦ ФГУП ЦНИИЧЕРМЕТ им. И.П. Бардина, специалистами ЦРМО-3, СКИ ООО «МРК» выявлены ряд вопросов и направлены предложения в ГНЦ ФГУП ЦНИИЧЕРМЕТ им. И.П. Бардина. В ЦРМО-3 впервые для крупного стороннего металлургического производства освоен полный цикл изготовления: от литья и сварки до полной механической обработки основных несущих металлоконструкций кристаллизаторов: широких стальных стенок, боковин, узких стенок, роликовой подвески для ПАО «НТМК» и окончательная сборка.

Работа выполнена под руководством Подосяна А.А. (AuthorID: 50433971)

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

УДК 543.544.3:621.891.2

Сысоев В.И. (AuthorID:739897), **Дзюба А.В.** (AuthorID:1168814),
Щёлоков Н.С. (AuthorID: 1206667), **Хасанова А.Ф.** (студент),
Осколкова Е.Д. (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРОДУКТОВ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ МАСЕЛ ЗАМАСЛЕННОЙ ПРОКАТНОЙ ОКАЛИНЫ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Актуальность переработки техногенных отходов металлургических производств, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, с каждым годом растет. Один из видов таких отходов, замасленная окалина прокатного передела черной металлургии, в настоящее время утилизируется не полностью, что приводит к накоплению миллионов тонн этого ценного железосодержащего сырья ($Fe_{общ}$ = 70% и выше) в отвалах. Отвалы замасленной окалины, являющейся отходом 3-го класса опасности, создают риск загрязнения нефтепродуктами грунтовых вод. Перспективным способом утилизации замасленной прокатной окалины является прямая загрузка в доменную печь в металлическом контейнере[1].

При опускании контейнера с замасленной прокатной окалиной в шахте доменной печи происходит испарение масла, которое затем смешивается с компонентами колошниковой пыли и увлекается с потоком газа в газоочистку, оседая в газоотводах, циклонах и скрубберах и формируя в них масляные отложения. Однако часть углеводородов масла можно подвергнуть окислительной деструкции до их выхода из контейнера добавлением внутрь емкости сильных окислителей, таких как нитраты, пероксиды и некоторые другие кислородонасыщенные соединения. При этом химический состав продуктов окислительного разложения масла определяет безопасность использования метода для окружающей среды и максимальный расход окалины в доменную шихту.

Проведенный в работе хроматографический анализ показал в исходном масле, отогнанном из обезвоженной замасленной окалины без реагентов,наличие алканов и алкенов нормального и изо-строения, циклоалканов, а также некоторого количества кислородных соединений (карбоновые кислоты и их эфиры, спирты), серо- и азотсодержащих производных углеводородов. Бенз(а)пирен в масле был обнаружен в количестве 0,00058%.Использование окислителя приводило к появлению новых легких углеводородов ($t_{кип}$ до 170^0C) в количестве 4-6% от массы отгона, деструкции нормальных алканов на 40-45% от исходного количества, повышению количества высококипящих фракций (С24 и выше) на 20-25% от массы исходной пробы. Содержание бенз(а)пирена в отгоне возросло до 0,00096%.

Список используемых источников

1. Возможности утилизации замасленной окалины в новых шихтовых условиях аглофабрик ПАО "ММК" / А.С. Савинов, А.В. Дзюба, И. М. Потапов, М.А. Посохин // 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. 97.

УДК 543.544.3:621.891.2:544.47

Савинов А.С. (AuthorID:671233), **Сысоев В.И.** (AuthorID:739897),
Дзюба А.В. (AuthorID:1168814), **Мансурова К.И.** (студент),
Мухутдинова В.Е. (студент), **Свиридова М.А.** (студент)

ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ МАСЛА ЗАМАСЛЕННОЙ ПРОКАТНОЙ ОКАЛИНЫ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ АТМОСФЕРЕ

В рамках проводимых на кафедре металлургии и химических технологий МГТУ им. Г.И. Носова исследований, посвященных разработке способа утилизации замасленной прокатной окалины прямой загрузкой в доменную печь в металлическом контейнере [1], была проведена работа по газохроматографическому определению продуктов термокаталитической деструкции углеводородов масла в восстановительной атмосфере. Хроматографическое разделение проводили на слабополярной неподвижной жидкой фазе ZB-5, для качественной идентификации компонентов использовали систему индексов удерживания с опорой на шкалу, построенную по линейным алканам (индексы Ковача), для числа атомов углерода от 5 до 24. Отдельные компоненты (бенз(а)пирен; легкие углеводороды, содержащие 5 и менее атомов углерода и др.) идентифицировали методом добавок чистых веществ в исследуемую смесь.

Согласно полученным результатам, при загрузке в металлический контейнер агломерата в количестве до 50 % совместно с замасленной прокатной окалиной, образующиеся пары масла отличаются по групповому химическому составу от «холостого» эксперимента, проводимого без использования агломерата, следующим образом: содержание н-алканов сокращается на 10-12 % при росте содержания алкенов на 35-37%. Содержание тяжелых углеводородов (с числом атомов Сболее 24) – на 18-19%, легких фракций (с числом атомов Сменее10 и $t_{кип}$ менее 170 ^{0}C) на 66-68%, в пользу средних фракций, что указывает на активное развитие крекинга тяжелых углеводородов при интенсивном дегидрировании и конденсации легких погонов. Эти результаты подтверждаются исследованием газовой фазы, в которой растет количество водорода на 8-10% абс. при снижении содержания метана на 5-10 % абс. Содержание бенз(а)пирена в отходящих газах процесса после водной очистки составило 0,03093 мг/м^3, количество аэрозолей масел не превышало 25 мг/м^3.

Список используемых источников

1. Изучениена плоской прозрачной модели распределения шихтовых материалов в колошниковом пространстве доменнойпечи с конусным загрузочным устройством / А. В. Дзюба, А. С. Харченко, С. К. Сибагатуллин, А. С. Савинов, М. А. Посохин, В. А.Бегинюк// Фундаментальные исследования и прикладные разработкипроцессов переработки и утилизации техногенных образований. Труды VI Конгресса с международным участием «ТЕХНОГЕН-2023», Екатеринбург, 11–14 июля 2023 г. – С. 334

УДК 669.162.12

Жидков М.Ю. (магистрант), **Шайхисламова Т.А.** (магистрант),
Саперова А.А. (студент)

СОПОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ КОКСА СООТВЕТСТВУЮЩЕГО КАЧЕСТВА С УЧЕТОМ ПРАКТИКИ РАБОТЫ 12-БИС БАТАРЕИ ИЛИ РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТРАМБОВАНИЯ

В современных коксовых печах высококачественный кокс образуется только из хорошо спекающихся шихт. Однако существуют большие объёмы слабоспекающихся углей, из которых в камерных печах при помощи метода трамбования получается прочный и крупный металлургический кокс.

Гравитационный метод приготовления угольной шихты заключается в традиционной загрузке в коксовую печь, засыпая сверху. Данная технология позволяет использовать взаимозаменяемую шихту и не требует сложное аппаратное оформление. Минусами данной технологии является необходимость использовать более дорогие угли по сравнению с методом трамбования.

Метод трамбования предполагает загрузку шихты в коксовую печь горизонтально, в виде предварительно трамбованного угольного брикета. При этом только измельчённую шихту уплотняют в специальном устройстве вне коксовой печи при помощи падающих молотков. Преимуществами данного метода является использования более дешевого сырья и возможность применение в шихту пыли из УСТК. Недостаток данного метода заключается ,в том что целевая шихта не может быть взаимозаменяемой.[1,2]

Выбор метода зависит от конкретных условий производства и требований к качеству кокса. В настоящее время на КХП ПАО “ММК”проводится анализ технолого-экономических параметров получения кокса соответствующего качества с учетом практики работы 12-бис и опыта реализации технологии трамбования на коксохимических предприятиях России [3].

Список используемых источников

1. Семененко, Д. П. Технология обмасливания и брикетирования угольной пыли / Д. П. Семененко, В. Д. Семененко // Кокс и химия. – 1967. – № 9. – С. 11–14.

2. Ольфрет, А. И. Опытно-промышленные коксования частично уплотненных шихт методом брикетирования без связующего / А. И. Ольфрет, Е. М. Тайц // Кокс и химия. – 1981. – № 10. – С. 19–23.

3, Особенности модернизации коксохимического производства ПАО «ММК» / Г. П. Корнилов, А. Н. Смирнов, А. А. Бочкарев, Д. А. Дьяков // Кокс и химия. – 2024. – № 7. – С. 17-21. – DOI 10.52351/00232815_2024_7_17. – EDN GLHQLQ.

Работа выполнена под научным руководством Смирнова А.Н. (AuthorID: 181183)

УДК 669.162

Саперова А.А. (студент), **Жидков М.Ю.** (магистрант),
Серегина А.Е. (студент), **Ахметова Г.Р.** (студент)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ СЛАБОСПЕКАЮЩИХСЯ И НЕСПЕКАЮЩИХСЯ КОМПОНЕНТОВ С ПРИНЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ КОКСОВАНИЯ ТРАМБОВАННОЙ ШИХТЫ

В современных коксовых печах прочный кокс образуется лишь из достаточно хорошо спекающихся шихт. Вместе с тем велики запасы слабоспекающихся углей, из которых в камерных печах образуется достаточно прочный и крупный металлургический кокс. Шихтование позволяет использовать угли с разными свойствами таким образом, чтобы в итоге получить кокс с нужными характеристиками. Повышение плотности угольной загрузки, полученного из шихты со значительными добавками слабоспекающихся углей, достигается различными методами. К ним можно отнести трамбование шихты. При уплотнении шихты трамбованием, можно повысить ее плотность до 1,05–1,15 т/м^3 . Вследствие сокращения расстояний между угольными зернами в уплотненном угольном пироге при коксовании требуется меньшее количество жидкой фазы и достигается большая прочность структуры кокса. Это обусловливает возможность использования шихт пониженной спекаемости.

Преимущества технологии загрузки трамбованием:

- увеличение выхода доменного кокса на 4% (при классической загрузке коксовой печи выход кокса составляет 70–80%);

- увеличение производительности до 10–15% при одинаковом объеме печи за счет высокой плотности загрузки (при классической загрузке составляет 0,57–2,0 тонн в час).

Трамбование шихты перед загрузкой в печь обеспечивает ее более плотную упаковку, уменьшая объем пустот. Это позволяет загрузить больше угля в печь при том же объеме, что приводит к увеличению выхода кокса из каждой печи. Более плотная загрузка шихты позволяет ускорить процесс коксования и увеличить количество кокса, получаемого за единицу времени [1].

Несмотря на наличие определенных недостатков, преимущества трамбования делают его перспективным позволяя замещать коксуемые марки углей «К» и «Ж» распространенной «СС», без ухудшения качества кокса, также снижая стоимость угольной шихты за счет увеличения доли слабоспекающихся угольных концентратов.

Список используемых источников

1. Практика освоения технологии коксования трамбованной угольной загрузки Череповецким металлургическим комбинатом с использованием собственных технологических и технических решений / А. А. Калько, С. В. Чикинов, Е. В. Карунова, О. А. Калько // Кокс и химия. – 2023. – № 5. – С. 19-23. – EDN DCVLKT.

Работа выполнена под научным руководством Смирнова А.Н. (AuthorID:181183)

УДК 662.749.2

Крылова С.А. (AuthorID: 357742), **Алексеев Д.И.** (AuthorID: 939005),
В**ажинская Д.Ю.** (студент), **Криворучко Д.Д.** (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ ПРОЧНОСТИ КОКСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАРОК УГЛЕЙ

Наиболее важным показателем качества доменного кокса является его механическая прочность, которая служит целевой функцией при оптимизации состава угольной шихты. Механическая прочность кокса, оцениваемая на основе параметров M10, M25, CSR, Пс, зависит от строения и твёрдости самого тела кокса, а также от его трещиноватости.

Прочность тела кокса свободного от микротрещин характеризуют структурной прочностью Пс, которая зависит от твёрдости вещества кокса, его пористости, толщины стенок пор. Основное влияние на структурную прочность промышленного кокса оказывает марочный состав шихты и условия коксования. В данной работе было проведено исследование структурной прочности (Пс) лабораторного кокса, полученного из различных марок углей Кузнецкого бассейна, составляющих основу шихт для коксования (ГЖ, Ж, КЖ, КО, ОС, КС).

Были установлены зависимости структурной прочности кокса от химико-петрографических параметров углей – выхода летучих веществ (Vd), пластометрических показателей (X и Y), петрографических характеристик – суммы отощающих компонентов углей (Σ ОК), показателя отражения витринита (Ro,r). Подготовка аналитических проб, технический анализ, петрография исследованных углей были выполнены по стандартным методикам.

В результате исследования получены нелинейные зависимости между показателем структурной прочности кокса Пс и химико-петрографическими параметрами. Зависимости можно описать квадратичной функцией, что согласуется с теорией качества кокса по механическим свойствам [1]. Нашими исследованиями показано, что максимальная механическая прочность в условиях проведения исследования может составлять порядка 82,0% (Пс), что соответствует значениям химико-петрографических показателей на уровне Vd=26,0%, R0=1,10%, ΣОК=35,0%, Y=15-22%. Точка оптимальности параметра усадки X находится на конце параболы, то есть чем больше усадка (в мм), тем структурная прочность Пс больше.

Последующим развитием данной работы будет расчёт шихт, прогнозирование и сопоставление с фактическими данными прочности кокса из исследованных углей.

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 HTILUP.

УДК 669.162.12

Смирнов А.Н. (AuthorID: 181183), **Зинченко С.С**. (студент)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ

В работе рассмотрены данные по определению экспериментальных и расчетных значений величины пластического слоя (Y) для компонентов шихты КХП ПАО ММК. Установлено, что в интервале используемых на практике значений долевого участия шихтокомпонентов, использование аддитивного подхода позволяет определять «Y» с доверительной вероятностью 95 %. В расчетах мы полагали, что толщина пластического слоя шихты (Y) - величина, близкая к аддитивной, и приближенно выражается формулой:

$$Y = \sum_{i=1}^{n} b_i \, y_i \qquad (1)$$

где b_i – долевое участие соотвествующего шихтокомпонента, а Y_i – толщина пластического слоя соответствующего шихтокомпонента. Нами были проанализированы данные КХП ПАО ММК за 2024 и предыдущие годы (таблица).

Таблица – Среднее значение толщины пластического слоя базовых шихтокомпонентов КХП ПАО ММК по результатам трех параллельных испытаний

Марка	Y(среднее из трех определений), мм
Ж	26
ГЖ	21
КС, КО	14
ОС	7
К	17

Экспериментальные результаты подтверждают, что при использовании шихт с интервалами долевого участия шихтокомпонентов, %: Ж – 13,4–43,5; ГЖ – 0–36,6; КС, КО – 32,1–50; ОС – 0–17,6; К – 0–9,9, возможно получение шихты с показателем толщины пластического слоя более 17 мм. Также установлена адекватность аддитивной модели определения толщины пластического слоя для действующих шихт КХП ПАО ММК в заданных пределах долевого участия шихтокомпонентов.

Список используемых источников

1. Сухоруков, В. И. Технология коксохимического производства (а. А. Кауфман, Г. Д. Харлампович. - Екатеринбург: изд. ВУХИН-нка, 2005. - 288 С.) / В. И. Сухоруков // Кокс и химия. – 2006. – № 10. – С. 44-45. – EDN HVFWWH. 7.

2. Соснова, Е. Б. Оценка аддитивности в смесях различных показателей спекаемости и спекающей способности углей / Е. Б. Соснова, Е. А. Полторацкая // Кокс и химия. – 2011. – № 8. – С. 20-25. – EDN NXQTQR.

3. Развитие сырьевой базы угольной промышленности России / В. И. Клишин, Т. Б. Рогова, С. В. Шаклеин, М. В. Писаренко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2020. – № 4. – С. 512-521. – EDN OBOFDL.

УДК 662.74

Махоткина Е.С. (AuthorID: 663276), **Шубина М.В.** (AuthorID: 484077),
Баландова Е.С. (магистрант)

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО СЛОЯ УГЛЕЙ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ

Основной технологией получения чугуна на ближайшие десятилетия является доменный процесс. Очевидно, что для обеспечения условий протекания технологического процесса необходим высококачественный кокс как важнейший компонент доменной плавки. Получение кокса с заданными свойствами осложнено неблагоприятным состоянием сырьевой угольной базы, а именно сокращением количества спекающихся углей [1,2].

В коксохимической промышленности активно ведутся исследования по совершенствованию существующего процесса коксования. Получение кокса на основе слабоспекающихся и неспекающихся углей является важнейшей задачей. Наиболее простой способ повышения спекаемости угольной шихты – это применение органических добавок. Добавки могут влиять на качество пластической массы и на прочность углеродистого остатка. От количества добавок зависит текучесть пластической массы и выход жидкоподвижных продуктов. Эти характеристики повышают прочность кокса [3].

Задача исследования сводится к теоретическому и экспериментальному изучению влияния органических добавок на толщину и качество пластического слоя коксуемой шихты. Переход угля через пластическое состояние является необходимым условием его спекания. Добавление органической добавки может существенно влиять на формирование пластического слоя и на процессы термической деструкции (пластометрическая усадка, давление распирания, толщина пластического слоя и т.д).

Объектом исследования являлись компоненты коксовой шихты, используемой на производстве. Для подготовки аналитических проб и проведения технического анализа исследованных образцов шихты применялись стандартные методики. По единой классификации определяли показатель толщины пластического слоя (Y, мм) (ГОСТ 25543-2013). Вводили отходы пластика и исследовали процесс его сопиролиза с углем с целью определения рационального соотношения компонентов шихты, которое позволит обеспечить процесс спекания и утилизировать отходы. Цель исследования – получение кокса с заданными технологическими параметрами при использовании органических добавок в коксуемой шихте.

Список используемых источников

1. Угольная база России. Т. V. Кн. 2. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока России (Республика Саха, Северо-Восток, о. Сахалин, п-ов Камчатка). М.: ЗАО "Геоинформмарк", 1999. – 638 с.

2. Менковский М.А., Флодин А.А. Аналитическая химия и технический анализ углей. М.: Недра, 1973. - 367 с.

3. Митронов Д.В. Введение в химию и технологию переработки угля. Якутск: ЯГУ, 2001,172 с.

УДК 665.64

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

ПОЛУЧЕНИЕ ИГОЛЬЧАТОГО КОКСА ИЗ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ

Игольчатый кокс ценный продукт, используемый для получения высококачественных графитовых электродов, необходимых для сталелитейной промышленности. Электроды должны иметь высокую механическую прочность, электропроводность, низкое содержание серы и низкий КТР [1].

В настоящее время существуют следующие технологические схемы подготовки сырья и получения нефтяного игольчатого кокса: термический крекинг дистиллятов малосернистых нефтей, гидроочистка вакуумного газойля сернистых нефтей, смешение дистиллятного крекинг-остатка со смолой пиролиза, смешение газойля каталитического крекинга со смолой пиролиза, смешение дистиллятного крекинг-остатка с газойлем каталитического крекинга, все методы являются методами замедленного коксования [1-2].

В работе рассмотрен способ получения игольчатого кокса из каменноугольной смолы с использованием углекислого газа [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 VTJBEP.

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 C1 Российская Федерация, МПК C10M 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

УДК 662.749.2:001.5

Смирнов А.Н. (Author ID181183), **Будаев П.Е.** (студент),
Курмангалеева Б.А. (студент), **Ярмухаметова А.Р.** (студент)

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОКСА

Валовой кокс – это кокс, который непосредственно выдается из коксовой печи, имеющий различный гранулометрический состав. Из валового выделяется фракция 40-60 мм (25-60 мм) – металлургический кокс, выполняющий механические, химические и теплофизические функции. Наиболее важными параметрами качества металлургического кокса является его механические показатели – дробимость М25, истираемость М10, а также горячая прочность CSR и реакционный индекс CRI. Структурная прочность кокса – прочность тела кокса, лишенного трещин. Определяется согласно ГОСТ 9521-74 [1].

В работе исследована взаимосвязь показателей структурной прочности и известного показателя М25 (КХП ПАО «ММК», таблица). Экспериментально структурная прочность определялась в 2-х параллелях, затем сопоставлялась с известными значениями М25.

Таблица 1 - Средние значения структурной прочности кокса, полученных экспериментально, и известные значения М25 испытуемых образцов кокса

Средние значения структурной прочности, %	Известные показатели М25 испытуемого кокса, %
85,7	87,0
81,8	87,8
85,9	86,3
84,4	86,2

Было найдено среднее арифметическое значение полученных экспериментальных данных, среднеквадратичное отклонение и доверительный интервал. Известные показатели М25 были подвергнуты аналогичным операциям.

Установлено, что величина структурной прочности находится в интервале 84,45±3,00, а значение показателя М25 лежит в интервале 86,83±1,18. Доверительный интервал соответствует вероятности 0,95. Таким образом, на основе испытания на структурную прочность можно прогнозировать показатель М25 металлургического кокса. Для получения более значимых статистических результатов будут продолжены эксперименты по определению структурной прочности кокса.

Список используемых источников

1. ГОСТ 9521-74 Угли каменные. Метод определения коксуемости. - М.: Изд-во стандартов, 1974.

УДК 66.074.38:662.749.31

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

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПОГЛОТИТЕЛЬНОГО МАСЛА НА УЛАВЛИВАНИЕ БЕНЗОЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Качество каменноугольного поглотительного масла является одним из ключевых факторов, определяющих эффективность процессов улавливания бензольных углеводородов. От него зависит поглотительная способность масла, которая в свою очередь обуславливается способностью к кристаллизации при охлаждении и полимеризации при повышенных температурах. На показатели качества поглотительного масла значительное влияние оказывает содержание в нем высококипящих химических соединений [1]. При их повышении увеличивается вязкость масла, его удельный расход, возрастают энергетические затраты, засоряется насадка скрубберов и теплообменная аппаратура, и как следствие, увеличиваются потери бензольных углеводородов [2,3].

В процессе улавливания сырого бензола из коксового газа на КХП ЦУПХП ПАО «ММК» наблюдается снижение эффективности поглотительного масла. Увеличение плотности масла до 1,100 г/м³ (при норме 1,045-1,065 г/м³) и повышенное содержание бензола в обезбензоленном масле (0,35-0,65 г/м³ при норме до 0,30 г/м³) свидетельствуют об ухудшении его поглотительной способности.

Основные компоненты, обеспечивающие улавливание бензольных углеводородов, располагаются в следующем порядке по величине абсорбционной способности (%): α,β-метилнафталин (3,4), индол (1,4), хинолин (1,37), дифенил (1,25), аценафтен (0,96), нафталин (0,9), флуорен (0,82), дифениленоксид (0,78). α-метилнафталин демонстрирует наилучшие показатели, в то время как другие компоненты могут как улучшить, так и ухудшить общую эффективность поглощения, что требует оптимизации их соотношения в смеси.

Следовательно, для повышения эффективности улавливания бензольных углеводородов на коксохимическом производстве ПАО "ММК" требуется изменить химический и фракционный состав поглотительного масла. Это достигается введением компонентов с высокой абсорбционной способностью, таких как α,β-метилнафталины.

Исследование фокусируется на влиянии химического состава, физических свойств и условий эксплуатации на поглотительную способность масла и, как следствие, на снижение потерь бензольных углеводородов с обратным коксовым газом.

Список используемых источников

1. Якушева, Е. А. Комплексный метод оценки качества поглотительного масла / Е. А. Якушева, Р. Р. Мухаметхарисова // Кокс и химия. – 2005. – № 8. – С. 28-30. – EDN HVRESH.

2. Оптимизация процесса улавливания сырого бензола / В. А. Чимаров, Н. С. Манин, С. А. Клыков [и др.] // Кокс и химия. – 2024. – № 3. – С. 27-31. – DOI 10.52351/00232815_2024_3_27. – EDN NCNGBZ .

3. Волощук, Т. Г. Анализ влияния различных факторов на качество каменноугольной смолы / Т. Г. Волощук // Наука и производство Урала. – 2017. – № 13. – С. 9-12. – EDN ZCJBWZ.

УДК 662.749.2

Смирнов А.Н. (AuthorID:181183), **Шульгин А.С.** (студент),
Никитенко М.А. (студент)

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ КОКСОВОЙ ПЫЛИ КХП ПАО «ММК»

Коксохимическая отрасль играет важную роль в производстве чёрных и цветных металлов, предоставляя им ценный ресурс — кокс. Однако в процессе производства кокса образуются различные побочные продукты и отходы. Среди отходов коксохимического производства можно выделить три основных типа: жидкие, твёрдые и газообразные. В данной публикации рассмотрены твёрдые отходы, а именно коксовая пыль. С вводом в эксплуатацию 12-ой батареи количество образующейся пыли значительно возросло, что делает этот вопрос особенно актуальным. Существует несколько методов переработки коксовой пыли. Анализ доступной литературы показал, что эту пыль можно использовать в составе шихты для коксования вместе с другими отходами коксохимического производства (КХП). Также её можно применять в рамках технологии брикетирования для дальнейшего использования в доменном производстве [1]. Коксовая пыль, если её использовать в технологии смешения с угольным концентратом, может давать положительный экономический эффект. В технологической аспекте пористая структура коксовой пыли способствует снижению напряжения, которое возникает в “коксовом пироге”, что, в свою очередь, приводит к уменьшению пористости кокса. Оба этих фактора увеличивают показатели М40 и М25, характеризующих комковатость и прочность кокса, на 1-2 процента [2]. Брикетирование — это процесс формирования кусков (брикетов) путём прессования смеси из коксовой пыли с добавлением или без добавления связующих веществ. Целью уплотнения коксовой пыли является не только получение кусков определённого размера, но и создание таких физико-химических свойств, которые обеспечат высокое качество топлива в зависимости от его применения. Финансово-экономические аспекты обеих технологий показали, что технология брикетирования коксовой пыли не является предпочтительной в сравнении с добавлением пыли в шихту. Мы полагаем, что реализация технологии использования пыли в качестве компонента угольной шихты окажет позитивное влияние на экологическую обстановку на предприятии ПАО «ММК» и в нашем городе.

Список используемых источников

1. Анализ возможности применения брикетов из коксовой мелочи в ваграночном производстве ПАО "Кокс" / В. С. Солодов, Т. Г. Черкасова, С. П. Субботин [и др.] // Кокс и химия. – 2019. – № 10. – С. 18-20. – EDN ECLWKT.

2. Швед, В. С. Коксовая пыль как компонент угольной шихты / В. С. Швед, А. В. Березин // Кокс и химия. – 2009. – № 5. – С. 19-21. – EDN KGXAFZ.

УДК 628.532:662.741.3

Кузьмина Е.Е. (AuthorID: 1236314), **Крылова С.А.** (AuthorID: 357742)

ОЧИСТКА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОТОПИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОКСОВОЙ БАТАРЕИ №12 КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПАО «ММК»

Производственное экологическое управление включает в себя деятельность предприятий, направленную на соблюдение обязательных государственных требований в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов [1]. Большинство процессов КХП связано с неорганизованными выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, определение которых представляет сложную методическую проблему [2]. Для отопления коксовых батарей на ПАО «ММК» используется коксовый и доменный газы. При их сгорании образуются вредные вещества – оксиды серы и азота, которые негативно влияют на природу и здоровье населения. Для сокращения выбросов опасных веществ на комплексе коксовой батареи №12 ПАО «ММК» предусмотрены установки очистки дымовых газов. Технология очистки включает систему десульфурации – очистка от оксидов серы методом абсорбционной полусухой распылительной сушки в скруббере [3]. Поглощение SO_2 сопровождается выпариванием и сушкой образовавшегося продукта десульфурации Na_2SO_4, который может быть использован в стекольной, строительной и др. отраслях. По проектным показателям степень очистки дымовых газов от SO_2 должна составлять более 70% (до очистки 100-800 мг SO_2 /нм^3, после – менее 30 мг SO_2/нм^3). Поскольку дымовой газ уносит с собой большое количество десульфурированной пыли, необходима система пылеудаления. Для этого дымовой газ направляется в импульсный рукавный фильтр, где пыль оседает на наружной поверхности фильтрующего рукава. Последний этап очистки – система денитрификации – очистка от окислов азота методом селективного каталитического восстановления. NO_x, взаимодействуя с газообразным аммиаком под действием V-W-Ti катализатора, образует свободный азот и воду. Степень очистки дымовых газов от оксидов азота должна составлять не менее 85% (до очистки 500-1000 мг NO_x/нм^3, после – менее 150 мг NO_x/нм^3). Далее очищенный дымовой газ идет в дымовую трубу.

Установка очистки дымовых газов 3-4 блока коксовой батареи №12 была запущена в январе 2025 года. В настоящее время стоит задача регистрации результатов работы этой системы и их анализ на соответствие проектным показателям.

Список используемых источников

1. Ахметзянова Л.Г., Сагеева Г.Г. Экологический менеджмент: учебно-методическое пособие / Л.Г.Ахметзянова, Г.Г. Сагеева. – Казань, 2024. – 65 с.

2. Стефаненко, В. Т. Исследование технологических выбросов в атмосферу и разработка средств для улавливания пыли на коксохимических предприятиях : специальность 05.17.07 "Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Стефаненко Валерий Тимофеевич. – Екатеринбург, 2007. – 289 с. – EDN QESJMF.

3. Инструкция по эксплуатации ПАО «ММК» ЭИ ММК КЦКХП 19-2024.

УДК 665.66

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

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ФУСОВ

В настоящее большое внимание уделяется экологической безопасности и рациональному использованию полезных ископаемых. В связи с этим многие производства сталкиваются с проблемой утилизации отходов. На коксохимических производствах (КХП) часто возникает необходимость утилизации отходов таких как: каменноугольные фусы, кислая смолка, отработанные масла, угольная пыль и др. Однако самыми токсичным и опасным отходом КХП являются каменноугольные фусы. Изучение возможностей использования в производстве фусов является актуальной темой, так как это позволяет минимизировать количество отходов, повысить эффективность производства, а также сократить расходы на утилизацию и хранение [1].

Каменноугольные фусы содержат большое количество токсичных и канцерогенных веществ, ввиду чего их хранение является малоэффективным, затратным и неэкологичным способом. Они представляют собой пластическую серую массу, состоящую из мелких твердых угольно-коксовых частиц и каменноугольной смолы, с характерным запахом и металлическим блеском. В настоящее время, большинство предприятий, ввиду отсутствия эффективных технологий переработки, вынуждены возвращать их в шихту в качестве добавки, что приводит к ухудшению качества кокса.

В настоящей работе рассматривается возможность грануляции каменноугольных фусов совместно с угольной пылью и мелкими фракциями. Получаемые гранулы могут использоваться как добавка в кокс для повышения прочности и спекаемости кокса либо в качестве топлива. Кроме того, это позволит снизить потери при коксовании за счет снижения пылеобразования и, как следствие улучшить качество каменноугольной смолы.

Стоит отметить, что полученные гранулы буду является отощающим компонентом, что необходимо учитывать при составлении шихты коксования.

Список используемых источников

1. Технологическое оформление схемы совместного использования продуктов переработки угля и органических отходов [Текст] / А. Г. Ушаков, Е. С. Ушакова, И. В. Боголюбова // Вестник КузГТУ. — 2020. — № 1. — С. 85-90.

УДК 004.4

Алексеев Д.И. (AuthorID:939005), **Головашов И.А.** (студент)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ВЫБОРКИ ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ М10 И М25

В условиях АО «Уральская Сталь» периодически возникает необходимость построения или уточнения математических моделей для прогнозирования механических показателей М10 и М25 [1, 2]. Для моделирования требуется выборка данных, включающая в себя химико-петрографические параметры (содержание влаги W^r, %; содержание золы A^d, %; содержание серы S^d, %; содержание летучих веществ V^d; толщина пластического слоя y, мм; пластометрическая усадка x, мм; показатель отражения витринита R_o, %; сумма отощающих компонентов ОК, %; средеквадратическое отклонение отощающих компонентов S_{ok}, %) показатели качества шихты, а также технологические параметры (температура в вертикалах ºС, период коксования ПК,ч; доля фракции 0-3 мм в шихте или степень помола шихты, %; насыпная плотность γ, кг/м^3 и т.д.). Формирование выборки вручную требует существенных затрат времени со стороны разработчиков моделей. При этом процесс формирования выборки предполагает выполнение однотипных операций: открытие исходного листа Excel, выделение требуемого диапазона значений, копирование его и вставка в новый лист. Однотипные операции рационально автоматизировать средствами макроса, то есть компьютерной программы, написанной на языке Visual Basic for Application, который встроен Excel.

Макрос имеет интерфейс в виде окна для ввода уточняющей информации перед копированием, что связано с небольшими отличиями форм листов отчётов Excel с АО «Уральская Сталь». Макрос формирует столбцы с требуемыми для модели химико-петрографическими параметрами шихты и качества кокса по показателям М10 и М25. При этом в строки производится копирование даты проведения анализов и числовые значения. Кроме того, при автоматическом копировании данных предложенный нами алгоритм игнорирует даты и данные анализов, если пропущено хоть одно значение в отчёте.

Применение данного макроса позволило сэкономить порядка 30 мин на формирование выборки по данным за один год. Кроме того, в случае применения макроса исключен «человеческий фактор» при формировании данных, связанный с невнимательным копированием данных из одной даты и вставкой в несоответствующую дату.

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. Алексеев, Д. И. Модель додрабливания кокса по Д.А. Мучнику / Д. И. Алексеев, Д. В. Гурный // Технологии металлургии, машиностроения и материалообработки. – 2023. – № 22. – С. 203-208. – EDN PNLCDH.

УДК 66.02

Алексеев Д.И. (AuthorID:939005), **Деулина А.Д.** (студент)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОДГОТОВКИ ПРОБЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ CRI, CSR и $П_c$ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ НФ НИТУ «МИСИС»

Лабораторная база НФ НИТУ «МИСИС» в последние пять лет активно развивается. В распоряжении студентов и преподавателей направления 18.03.01 «Химическая технология» появляется новое оборудование: муфельная печь, баллоны для хранения углекислого газа и азота, установка CRI/CSR, лабораторная печь собственной конструкции для коксования на 4 кг [1]. В планах получение установки для испытания углей по методике Грей-Кинга.

На установке CRI/CSR в настоящее время инженеры выполняют анализ кокса, полученный на 4 кг лабораторной печи для коксования. В связи с указанными проводимыми работами встал вопрос о подготовке пробы кокса для испытания по показателям CRI/CSR и определении структурной прочности кокса Пс. Для проведения испытания требуется проба кокса массой более 400 гр с размером кусочков кокса 19,0-22,4 мм. При неправильном подборе ширины щели между щеками дробилки можно не получить требуемую массу пробы кокса.

Исходный размер кусков кокса перед дроблением в основном представлен фракцией 60-80 мм. После проведения пробных дроблений нами предложена следующая схема дробления. Ширина щели между щеками составляет 14 мм в сведённом положении. Масса исходного кокса на дробление порядка 3,5 кг, фракционный состав 60-80 мм. После первого дробления получаем отсев 700-800 г кокса фракцией менее 19,0 мм. основную фракцию 19,0-22,4 мм в количестве 380-390 г, а также порядка 2,3 кг кокса с размером более 22,4 мм. Далее следует додрабливание фракции более 22,4 мм и получение около 370 г целевой фракции 19,0-22,4 мм и 400 г фракции менее 19,0 мм. После второго дробления остаётся примерно 1,5 кг фракции более 22,4 мм, которую мы оставляем. Суммарно получается порядка 1200 г фракции менее 19,0 мм, 800 г фракции 19,0-22,4 мм, и более 1,5 кг фракции более 22,4 мм. Далее из фракции менее 19,0 мм отсеиваем 500-600 г фракции 3-6 мм. Таким образом, для проведения анализа кокса по показателям CRI/CSR получается порядка 800 г кокса, а для анализа кокса по структурной прочности Пс порядка 500-600 г. Из 500-600 г на проведение анализа по структурной прочности Пс уходит 90 г, а на определение CRI/CSR 400 г кокса. При этом остаётся запас кокса для проведения дополнительных параллелей.

Предложенная методика дробления позволяет получить массу кокса на анализы CRI/CSR и Пс с существенным запасом.

Список используемых источников

1. Алексеев, Д. И. Физическое моделирование тепломассообмена при коксовании в лабораторных печах. Сообщение 1. Опыт конструирования печей (обзор) / Д. И. Алексеев, С. А. Крылова // Кокс и химия. – 2024. – № 4. – С. 30-43. – DOI 10.52351/00232815_2024_4_30. – EDN YAVPBG.

УДК 665.66

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

МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ НАГРЕВА УСТАНОВКИ CRI-CSR В РУЧНОМ РЕЖИМЕ В УСЛОВИЯХ НФ НИТУ «МИСИС»

В условиях металлургической лаборатории НФ НИТУ «МИСИС» существует проблема, связанная с работой установки CRI/CSR в автоматическом режиме, что в свою очередь усложняет процесс проведения испытаний. Требуется временная методика для ручного управления установкой пока осуществляется ремонт основного контроллера, который обеспечивает автоматический режим.

Установка CRI/CSR состоит из двух модулей – блок управления и печь с регулятором мощности трёхфазового напряжения, внутрь которой помещают реактор с пробой испытуемого кокса. Нагревательными элементами печи являются карбидокремниевые электроды в количестве 6 штук, которые позволяют равномерно нагреть реактор [1]. В реакторе происходит реакция C + CO2 с образованием смеси непрореагировавшего CO2 и продукта CO. Температура в печи отображается на верхнем дисплее блока управления, верхнее значение на дисплее показывает фактическую температуру в печи, а нижнее – регулируемое значение, при достижении которого происходит переключение газов. На нижнем дисплее блока управления отображается температура внутри реактора, а также температурная граница аварийного состояния, при которой установка отключается с дальнейшим ограничением включения питания. В реактор непрерывно поступает газ азот с объемной долей азота не менее 99,9%, после достижения температуры 1100°C в реакторе происходит переключение газового потока на углекислый газ высшего сорта с объемной долей двуокиси углерода не менее 99,5%.

Для управления установкой требуется подача управляющего постоянного напряжения от 0 до 5 В на регулятор мощности трёхфазового напряжения. Поскольку блок управления не работает, то для формирования управляющего напряжения мы используем источник питания постоянного тока Б5-45 с возможность стабилизации значений напряжения в пределах от 0 до 49,9 В, и силы тока нагрузки от 0 до 0,5 А. Изменение управляющего напряжения на источнике питания происходит с помощью двух галетных переключателей. После экспериментов на установке CRI/CSR предложено использовать следующую методику управления. Нагрев в течении 30-40 мин происходит при постоянном управляющем напряжении в 4,5 В. При достижении температуры 1100 °C переходим на напряжение 1,5 В. Для дальнейшего процесса стабилизации температуры в пределах 1097-1103 °C, следует каждые 3 минуты понижать или повышать значение напряжения на 0,1 В на протяжении 2 часов, пока происходит реакция кокса с углекислотой.

Список используемых источников

1. Алексеев, Д. И. Физическое моделирование тепломассообмена при коксовании в лабораторных печах. Сообщение 1. Опыт конструирования печей (обзор) / Д. И. Алексеев, С. А. Крылова // Кокс и химия. – 2024. – № 4. – С. 30-43. – DOI 10.52351/00232815_2024_4_30. – EDN YAVPBG.

УДК 621.7

Шубина М.В. (AuthorID: 484077), **Махоткина Е.С.** (AuthorID: 663276),
Долганова М.Н. (студент)

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ИЗ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ

Порошковая проволока – это изделие в виде тонкого нитевидного прутка с круглым поперечным сечением, использующееся при сварочном процессе как присадочный материал. Ее изготавливают из различных сплавов, меди, титана, нержавеющей стали, латуни, алюминия. В результате выбора компонентов проволоки составы свариваемого материала и проволоки должны совпадать и иметь одинаковую температуру плавления [1].

Сварке порошковой проволокой присущи проблемы не полного сплавления кромок, появление шлаковых включений и трещин в сварочном шве, а также повышенная склонность к подгоранию токоподводящего наконечника; механические проблемы с подачей порошковой проволоки; высокое выделение дыма при сварке и испарение вредных для организма человека паров.

Исследование качества наплавленного металла выявило следующие виды дефектов порошковой проволоки: химический состав наплавленного металла не соответствует требованиям нормативной документации, наличие пор в наплавленном металле. Причинами возникновения дефектов могут быть нарушение состава шихты вследствие смешивания компонентов при размоле, коэффициент заполнения и влажность шихты/флюса не соответствуют требованиям нормативной документации, использование компонентов повышенной крупности [2].

Анализ проблем качества наплавленного металла из порошковой проволоки, показывает актуальность исследования химического и гранулометрического состава ее шихты. В связи с этим, целью дальнейшей исследовательской работы является повышение качества наплавленного металла из порошковой сварочной проволоки. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: исследование состава шихты порошковой проволоки для выявления причин низкого качества наплавленного металла; определение влияния углерода и кремния на качество шихты порошковой проволоки и наплавленного металла; сравнительный анализ химического и гранулометрического состава шихты порошковой проволоки.

Список используемых источников

1. Deka – svarka.ru. Технические статьи. Порошковая проволока. 02.07.2021// https://deka-svarka.ru/tech/poroshkovaya-provoloka-dlya-svarki-fcaw/ .

2. ОАО «ММК-МЕТИЗ». Каталог продукции, Характеристики. 2023// https://mmk-metiz.ru/product/wire/poroshkovaya-svarochnaya-i-naplavochnaya-provoloka-/naplavochnaya-i-svarochnaya-poroshkovaya-provoloka-gost-26101-84-tu-1274-057-00187240-2009-tu-1274-0/ .

УДК 621.7

Шубина М.В. (AuthorID: 484077), **Махоткина Е.С.** (AuthorID: 663276),
Долганова М.Н. (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ

В современной металлургии и литейном производстве широко применяется технология внепечной обработки расплава методом ввода легирующего или модифицирующего компонента в сталь или чугун в виде порошковой проволоки [1]. Такая обработка характеризуется следующими преимуществами:

- повышение усвоения легирующих элементов до 95-99%;
- гарантированное получение в стали в узких концентрационных пределах содержания легирующих элементов;
- однородное распределение легирующих элементов в металле;
- повышение механических и эксплуатационных свойств металла;
- снижение затрат при производстве микролегированных и легированных сталей;
- повышение экономической эффективности применения легирующих элементов.

Порошковая проволока для внепечной обработки металлургических расплавов (ВОМР) — протяженная, тонкостенная трубка с порошковым наполнителем из различных ферросплавов. К порошковой проволоке для ВОМР предъявляется ряд требований по физико-химическим и технологическим параметрам согласно соответствующим ТУ или требованиям заказов потребителей: содержание основных химических компонентов, влагосодержание, гранулометрический состав, насыпная масса, коэффициент заполнения, диаметр проволоки [2]. Состав и физические параметры наполнителя ПП влияют на технологию ее изготовления, что приводит к возникновению необходимости внесения корректировок в общепринятую технологическую схему для достижения указанных выше показателей.

В связи с этим, целью исследования является определение возможности изготовления ПП для ВОМР с наполнителем ферромолибден по ГОСТ 4759-91. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: сравнительный анализ физико-химических параметров применяемого ферромолибдена с требованиями ТУ и заказа потребителя; подготовка шихты ПП и исследование ее физико-химических характеристик; изготовление ПП, определение ее технологических параметров и установление их соответствия требованиям ТУ и заказа потребителя.

Список используемых источников

1. Опыт применения толстостенной кальциевой порошковой проволоки при внепечной обработке стали / М.К. Исаев, В.А. Бигеев, А.В. Сычков, А.М. Столяров // Черная металлургия . – 2021 . – N 9 . – С. 1020-1023. – EDN WRKVCF.

2. ОАО «ММК-МЕТИЗ». Каталог продукции, Характеристики. 2023// https://mmk-metiz.ru/product/wire/poroshkovaya-provoloka-vomr/.

УДК 628.1

Рябчикова А.Д. (AuthorID: 1275828), **Спирин М.С**. (AuthorID: 917471)

БАРОМЕМБРАННЫЕ ПРОЦЕССЫ В СИСТЕМЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В современном мире с его высокоразвитыми технологиями все большее значение приобретает качество используемой и сбрасываемой в водные объекты воды. От качества сброшенной воды в реки зависит наше здоровье, ведь загрязнение окружающей среды является мутагенным фактором для человека. На сегодняшний день мембранные системы являются одним из самых эффективных и качественных методов очистки сточных вод. Жидкая часть загрязненной субстанции проходит сквозь перегородку, а механические частицы задерживаются мембранным фильтром. Движущей силой, заставляющей жидкость проникать через мембрану, может быть электродвижущая сила, приложенное давление, разница концентраций растворенных веществ, разница температур по обе стороны перегородки. В мембранах, в отличие от обычных фильтрующих сред, удаляемые примеси задерживаются не в объеме, а только на поверхности мембран [1]. Наиболее востребованными мембранными методами являются баромембранные процессы, в которых перенос веществ происходит под действием разности давления Существует. Несколько видов баромембранных процессов: микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, гиперфильтрация. Мембранные технологии являются реальной альтернативой традиционным технологиям подготовки питьевой и индустриальной воды, так как высокая надежность сооружений очистки за счет использования мембран позволяет произвести глубокую очистку поверхностных, подземных и промышленных вод от загрязняющих веществ до показателей, удовлетворяющих требованиям по сбросу очищенных стоков в природные водоемы всех категорий, а также обеспечить высокую микробиологическую безопасность очищенных стоков, что особенно актуально в результате чрезвычайных ситуаций. Но несмотря на свои преимущества мембранные методы не распространены в нашей стране из-за дороговизны и дефицитности мембран, сложности эксплуатации, высоких требований к герметичности установок.

Список используемых источников

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019.844 с.

2. Хранилов, Ю. П. Экология и гальванотехника: проблемы и решения [Текст]: учеб.пособие / Ю. П. Хранилов ; ВятГТУ, ХФ, ТЭП. - Киров,2000. - 97 с. : ил.

УДК 66.088

Масалимов А.В. (AuthorID 833229)

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ НЕРАВНОВЕСНОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ К ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ

Плазмохимические процессы являются перспективным направлением развития химии и химической технологии. Развитие плазменных технологий позволяет интенсифицировать процессы, вовлечь в процессы новые вещества. Сильная неравновесность протекающих в плазме процессов открывает новые возможности [1-2].

Сложность и неравновесность процессов в плазме затрудняет их описание, а крайне высокая скорость процессов осложняет управление процессом. В данной работе рассмотрена возможность привлечения аппарата неравновесной термодинамики к плазмохимическим процессам.

В работе показана возможность применения аппарата неравновесной термодинамики для описания общего характера процессов с применением элементов физики плазмы, молекулярно-кинетической теории, статистических распределений [3].

Установлено, что направление протекания реакции, определяемое градиентом свободной энергии Гиббса, определяется не столько стандартными термодинамическими потенциалами реагирующих веществ, сколько химическим потенциалом неравновесного состояния, которое реагирующие вещества приобретают при столкновении с высокоэнергетическими частицами плазмы.

Список используемых источников

1. Иванов В.Н., Никитин Б.М., Брыков С.И., Эйленкриг Г.С., Русанов В.Д., Животов В.К., Дресвин С.В., Иванов Д.В. Высокоэффективные плазменные технологии для нефтяной и газовой промышленности // Экспозиция Нефть Газ. 2010. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vysokoeffektivnye-plazmennye-tehnologii-dlya-neftyanoy-i-gazovoy-promyshlennosti (дата обращения: 01.02.2025).

2. Жуков М.Ф., Калиненко Р.А., Левицкий А.А., Полак Л.С. Плазмохимическая переработка угля. М.: Наука. 1990. 200 с.;

3. Скороход Е.П., Гаврилова А.Ю. Киселев А.Г, Решетникова О.Ф., Скалинский А.Ю. Распределение возбужденных атомов в неравновесной плазме благородных газов // «Оптика атмосферы и океана», 13, № 3 (2000) С 276-279.

УДК 620.179.1

Спирин М.С. (AuthorID: 917471), **Удалова А.П.** (AuthorID: 1165227)**,**
Пляго А.В. (AuthorID: 953143)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИК ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

В настоящее время остро стоит вопрос обеспечения национальной безопасности в Арктическом регионе. Наличие постоянно действующей тактической группировки в данном регионе выдвигает повышенные требования к исправности и готовности эксплуатируемых образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ). В связи с суровыми условиями Арктики при осуществлении контроля технического состояния образцов ВВСТ необходимо проводить неплановый контроль образца вооружения перед отправкой на боевое дежурство за Полярный круг – входного контроля технического состояния. В основе данного подхода лежит проведение контрольно-технических мероприятий глубокой технической диагностики образца вооружения. Таким образом, можно сделать вывод о необходимости совершенствования методик проведения мероприятий контроля технического состояния образцов вооружения и модернизации средств инструментального контроля, отвечающих современным требованиям. В результате проведенного анализа методов неразрушающего контроля (НК) [1, 2] с учетом имеющихся достоинств и недостатков, а также ожидаемых условий эксплуатации диагностируемых образцов вооружения наиболее соответствующими установленным требованиям являются акустические методы НК. В целях сокращения времени входного контроля необходимо формирование базы данных акустических портретов различных образцов ВВСТ. Акустический портрет представляет собой совокупность полученных в результате проведения НК акустическими методами характеристик конкретного образца вооружения. Для составления базы данных предполагается получать акустические портреты эталонных и бездефектных образцов вооружения и их комплектующих элементов. Получаемый при проведении НК акустический портрет конкретной единицы вооружения подлежит сравнению с акустическим портретом того же вида образца вооружения из базы данных. По результатам соответствия/несоответствия полученного акустического портрета базе данных принимается решение о ремонте/замене конкретной единицы вооружения.

Для реализации предложенной концепции дальнейшее направление исследовательской работы заключается в детальном анализе конструкции различных видов образцов ВВСТ на предмет определения конкретных методов акустического НК и разработке методики получения акустических портретов.

Список используемых источников

1. ГОСТ Р 56542-2019. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов . – Введ. 2020–11–01. – М.: Стандартинформ, 2019. – 12 с.

2. Василевич, Ю. В. Акустический контроль качества изделий. Ультразвуковой дефектоскоп УД4-Т «Томографик»: методическое пособие по дисциплине «Неразрушающий контроль качества» для студентов специальности1-54 01 02 «Методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов» / Ю. В. Василевич [и др.] – Минск. – БНТУ, 2011. – 94 с.

УДК 669.168

Волков А.И. (AuthorID: 581960), **Кологриев К.А.** (главный металлург),
Кологриева У.А. (AuthorID: 1131217)

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПЛАВКИ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОГО ФЕРРОХРОМА ИЗ КОНЦЕНТРАТА ХРОМИТОВОЙ РУДЫ СОПЧЕОЗЁРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В чёрной металлургии феррохром используют для легирования стали. В России хромовые руды добывают в основном на пяти разрабатываемых месторождениях - Центральном I и Центральном II (Ямало-Ненецкий АО), Главном Сарановском (Пермский край), III Поденном руднике, на Лесном месторождении (Свердловская область). В объёме потребления хромовых руд существенную роль играют импортные поставки. В последнее время в России доля импорта в потреблении хромового сырья значительно снизилась с 75,7% в 2013 г до 38,3% в 2021 г. Добываемые хромовые руды в основном используют на ферросплавных предприятиях ЧЭМК и СЗФ. Для ряда других отечественных предприятий ситуация с сырьевым обеспечением остаётся нестабильной. В то же время, в нераспределённом фонде остаются самое крупное в России Аганозёрское (Республика Карелия) и Сопчеозёрское (Мурманская обл.) месторождения. Из-за отсутствия заявок торги (проходили в конце 2024 г) на право получения лицензий для разведки и добычи хромовых руд этих месторождений признаны несостоявшимися. Руды этих месторождений отличаются более низким содержанием хрома и высоким содержанием железа по сравнению с разрабатываемыми.

В настоящей работе приведены результаты промышленных испытаний получения феррохрома из концентрата Сопчеозёрского месторождения. По технологии мокрого обогащения из руды получена партия концентрата с содержанием 49,6% Cr_2O_3 и соотношением Cr_2O_3/FeO 3,49. Из данного концентрата на Оленегорском механическом заводе выполнены испытания по выплавке низкоуглеродистого феррохрома стандартного качества, с дальнейшим получением нержавеющей стали Х18Н10, что было дополнительной стадией опробования качества феррохрома по сквозной технологии. На первом этапе шихта состояла из хромового концентрата, ферросиликохрома ФСХ48 и извести. Для доводки и ряде опытов в качестве основного восстановителя использовали ферросилиций ФС65. В результате испытаний при использовании в качестве восстановителя ферросилиция вместо ферросиликохрома выявлено снижение расхода электроэнергии и увеличение степени извлечения Cr в сплав. На втором этапе проводили выплавку рудноизвесткового расплава (РИР) с металлургическим обогащением. Для этого к феррохрому добавляли рудноизвестковую смесь. На третьем этапе из данного РИР получали богатый феррохром, в качестве восстановителя использовали ферросилиций марки ФС65. В результате испытаний был получен феррохром следующего химического состава, масс. %: 68 Cr, 0,1 C, 0,01 S, 0,01 P, что соответствует марке FeCr70C1LP. Извлечение хрома составило 86%. При использовании в качестве восстановителя ферросилиция с большим содержанием кремния или вторичного алюминия возможно повысить содержание хрома в феррохроме до марки FeCr80.

УДК 669.054.83

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

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПУТЁМ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ НИХ ЖЕЛЕЗО- И КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ

В настоящее время накоплено большое количество отходов производства и обогащения (например, золы ТЭЦ, пиритные огарки, шлакохвосты и т.д.). Так, на Алмалыкском ГМК при флотации медеплавильных шлаков ежегодно образуется 580 - 650 тыс. т шлакохвостов (33-34% SiO_2, 32-38% Fe, 1-2% CaO, 1% MgO, 0.3-0.5% Cu, 0.8-1.0 Zn, 0.3 Pb). В Уральском регионе накоплено около 110 млн. т лежалых медных шлаков, в т.ч. 26 млн. т у Медногорского МСК (27-34% SiO_2, 34-42% Fe, 5,4-6,7% CaO, 1,6-2,4% Al_2O_3, 0.4-1.6% Cu, 1.7-1.9 Zn, 1,7-2,5 S). В России в отвалах накоплено более 2,5 млрд. т золошлаковых отходов ТЭС с ежегодным приростом околок 25 млн. т (50-64% SiO_2, 18-30% Al_2O_3, 4-15% Fe_2O_3, 2-10% CaO, 0,5-3,0% MgO). Все эти материалы в основном состоят из соединений кремния, алюминия и железа, в их составе также присутствуют Mg, Ca, Cu, Ni, Zn, Au, Ag, As, S, P.

Как правило, упоминаемые в публикациях и отчётах о НИР способы переработки золошлаков, шлакохвостов, пиритных огарков направлены на получение цветных металлов (Au, Ag, Cu, Zn). Обычно для этого используют методы кислотного выщелачивания с выделением большого количества «других отходов». Они позволяют извлечь небольшое количество ценных компонентов, но не переработать материал полностью. Альтернативный подход предусматривает применение методов восстановительного обжига, магнитной сепарации и плавки в печи. В рамках настоящей работы предлагается решение проблемы утилизации отходов путём получения из них железо- и кремнийсодержащей продукции (железного концентрата, чугуна, стали, ферросилиция, ферросиликоалюминия). Помимо предварительного извлечения цветных металлов необходимо изучать возможность выделения железа, использование силикатного остатка для производства строительных материалов и изделий, твердофазное восстановление и т.д.

Нами проведена НИР и предпроектные расчёты по переработке отвала пиритных огарков Приаргунского ПГХО, которые показали возможность их рентабельной переработки с получением товарной продукции – чугуна, ферросилиция, железного концентрата, концентрата цветных металлов. В аналогичной работе по золе ТЭС предварительные расчёты показали, что из 2,4 т золы и 1 т коксика можно получить 1 т ферросиликоалюминия. Шлакохвосты медного производства после предварительной обработки можно рассматривать как сырьё для получения чугуна и ферросилиция. Такой подход позволяет перерабатывать материал отвалов практически полностью. Таким образом отходы производства и обогащения можно рассматривать как техногенное сырьё для получения товарной продукции.

Секция «Современные проблемы литейного производства»

УДК 621.74.042

Юмабаев А.А. (AuthorID:1103465), **Скрипкин Е.В.** (студент),
Троянов А.В. (студент)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИТЬЯ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ СПОСОБОМ

В настоящее время заготовки прокатных валков изготавливают методом литья в стационарные формы (способом «промывка» или полупромывка»), центробежным и с помощью ковки первоначального слитка. Наиболее дешевым способом при производстве прокатных валков является литые валки несмотря на меньшую плотность, чем кованные валки. Однако, способом литья возможно получить чугунные валки из различных марок, состоящих из рабочего слоя и сердцевины. Для производство чугунных двухслойных прокатных валков мировые производители, часто применяют центробежный метод литья. Такой способ литья под действием центробежных сил позволяет равномерно распределить расплав рабочего слоя во вращаемся кокиле, а также получить более плотную микроструктуру этого слоя [1].

Производство прокатных валков способом литья является технологически сложным процессом, состоящий из двух или трех стадий заливки. Незначительные нарушения технологических процессов производства валков приводят к возникновению дефектов в литом или термообработанном состоянии, а также быстрому разрушению во время прокатки. Значительную часть дефектов, образующихся на рабочем слое прокатных валков, составляют трещины и сколы, возникающие из-за внутренних напряжений. Именно литейная структура при первичной кристаллизации определяет уровень остаточных напряжений, которая формирует напряженно-деформационное состояние (НДС) прокатного валка после термообработки. На формирование литой структуры влияют такие технологически параметры как температурный режим заливки рабочего слоя и сердцевины, геометрические параметры изделия, скорость охлаждения отливки в форме и другие факторы [2, 3].

Для оценки факторов, влияющих на затвердевание рабочего слоя прокатного валка, было выполнено математическое моделирование литья валков центробежным способом. Данный математический аппарат был ранее разработан на кафедре литейных процессов и материаловедения в среде разработки «Borland Delphi 7».

Список используемых источников

1. Применение компьютерного моделирования для оценки напряженного состояния литого прокатного валка / Н. А. Феоктистов, А. А. Юмабаев, Е. В. Скрипкин, А. В. Монастырский // Литейное производство. – 2024. – № 2. – С. 27-33. – EDN RQAUNY.

2. Предотвращение образования трещин в бочке прокатного валка исполнения HiCr / Н. А. Феоктистов, А. С. Савинов, А. А. Юмабаев, А. В. Монастырский // Литейщик России. – 2024. – № 4. – С. 26-31. – EDN HYQHML.

3. Оценка градиента температуры в литых прокатных валках в процессе термической обработки / А. А. Юмабаев, А. С. Савинов, Н. А. Феоктистов [и др.] // Теория и технология металлургического производства. – 2024. – № 4(51). – С. 34-39. – EDN EHRIMZ.

УДК 658.772

Маркевич А.В. (AuthorID: 582571)

ОЦЕНКА РИСКОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ И ПОТРЕБИТЕЛЯ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ НЕДОСТОВЕРНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

Для обеспечения конкурентоспособности продукции и надежной гарантией ее продвижения на рынке является проведение контроля качества на каждом этапе технологического процесса производства [1]. Однако в силу различных объективных и субъективных причин результаты контроля могут быть недостоверными, что неизбежно влечет определенные последствия как для производителя, так и потребителя.

При использовании неверной информации, полученной при контроле, продукция может считаться бракованной, недобракованной или перебракованной. Бракованной считается продукция, которая не удовлетворяет требованиям нормативной документации, либо потребителя. Ситуацию, когда бракованную продукцию считают годной, называют недобракованной продукцией. Если годная продукция попадает в категорию бракованной, то говорят о перебраке. В любом случае, и перебрак, и недобрак, считаются нежелательными, поскольку каждая из сторон (производитель и потребитель) несут определенные риски.

При выявлении брака производитель несет экономические потери, в связи с тем, что, возникает необходимость переработки, ремонта или повторного изготовления продукции. В случае наличия определенных договоренностей (контракт, договор подряда и т.д.), производитель может нести ответственность за невыполнение заказа в срок и, в случае поступления рекламаций от потребителя, возмещать неустойку за неисполнение своих обязательств. Использование потребителем продукции, которая относится к недобраковке, может привести к выходу из строя оборудования или другим последствиям в эксплуатации. При перебраковке проблема состоит в том, что забракованная продукция годного качества является фактически нереализованной прибылью для производителя. Это может привести к его репутационным рискам.

Таким образом, выбор метода контроля, получение точной и достоверной информации о качестве продукции являются необходимыми условиями для избежания ситуаций, влекущих за собой определенные риски как для производителя, так и потребителя. С этой точки зрения применение различных методов оценки риска [2] позволит, с одной стороны, оценить последствия недобраковки и перебраковки для взаимодействующих сторон, с другой – станет научно обоснованной основой для корректного выбора метода контроля.

Список используемых источников

1. Извеков, Ю.А. Научно-методическая база оценки качества технических систем металлургического предприятия / Ю.А. Извеков // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. - 2021. - Т.19. - №2. - С. 98-102. DOI: 10.18503/1995-2732-2021-19-2-98-102. - EDN: WETHMO.

2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. М.: Стандартинформ, 2020. 86 с.

УДК 669.13.018

Синицин Н.И. (AuthorID: 1024885), **Белкин Д.Е.** (аспирант),
Потапов М.Г. (AuthorID: 602044)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИДКОГО СТРОЕНИЯ РАСПЛАВА ИЧ300Х25Ф3М

В работе представлены результаты исследования кинематической вязкости и удельного электросопротивления жидкого чугуна марки ИЧ300Х25Ф3М (Хим. состав: C – 3,0%, Si – 0,6%, Mn – 0,3%, Cr – 24,3%, Mo – 0,3%, V – 3,7%, Fe – ост.) в интервале температур от температуры ликвидус до 1650 ºС. Оценка объемной доли дисперсных частиц вблизи температуры ликвидус по формуле Тейлора [2] - 0,05; по формуле Оделевского [3] - 0,15. Определили размер кластера Dкл из соотношения[4]:

$$\ln\left(\frac{\rho}{\rho_{л}}\right) = \frac{l_{ж}}{D_{кл}} \ln\left(\frac{1}{r}\right).$$

Полученные результаты имеют практическое значение: повышение эксплуатационных свойств отливок из легированных чугунов путем высокотемпературной обработки расплава (ВТОР) с целью изменения условий кристаллизации и получения модифицированной структуры. [4]. Установлено, что повышение эксплуатационных свойств износостойких чугунов удается достичь либо нагревом расплава выше 1500 ºС с последующим введением модификатора перед кристаллизацией, либо выдержкой металла в двухфазной области [5]. Исследования микрогетерогенного строения жидких чугунов и оценка параметров микрогетерогенности позволит обосновать и предложить оптимальный режим ВТОР [6-7].

Список используемых источников

1. Вертман А. А., Самарин А. М., Якобсон А. М. Известия АН СССР. ОТН. Металлургия и топливо. 1960. №3. С. 17-21.
2. Бибик Е. Е. Реология дисперсных систем. Из-во Ленингр. ун-та, 1981.
3. Оделевский В. И. ЖТФ, 21, №6, С. 667-685 (1951).
4. Тягунов Г.В., Барышев Е.Е., Вандышева И.В., Зайцева Н.В., Хоменко А.О. Вестник ЮУрГУ. Серия “Металлургия”. 19(3):13-23(2019)
5. A.Panichkin, W. Wieleba, A. Kenzhegulov, A. Uskenbayeva, A. Mamaeva, A. Imbarova, S. Kvyatkovskii, B. Kasenova, Mater. Res. Express, Т. 10, №8, 086502, (2023).
6. Микрогетерогенное строение жидких чугунов ИЧХ28Н2, ИЧ310Х24М2Ф4ТР / В. С. Цепелев, Н. И. Синицин, О. А. Чикова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2024. – Т. 67, № 5. – С. 579-592. – DOI 10.17073/0368-0797-2024-5-579-592. – EDN UWQQHS.
7. Исследование кинематической вязкости и удельного электросопротивления износостойких чугунов ИЧХ28Н2 и ИЧ300Х25Ф4 в жидком состоянии / Н. И. Синицин, О. А. Чикова, М. Г. Потапов [и др.] // Расплавы. – 2024. – № 6. – С. 633-642. – DOI 10.31857/S0235010624060051. – EDN SRFPLT.

УДК 621.74.746 - 12

Щенникова В.А. (AuthorID 1259087), **Феоктистов Н.А.** (AuthorID: 699014)

РАЗРАБОТКА НАУЧНО ОБОСНОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОЦЕСОМ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАФИТОВОЙ ФАЗЫ В РАБОЧЕМ СЛОЕ ЧУГУННЫХ ВАЛКОВ В ПРОЦЕССЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Чугунные валки являются рабочим инструментом прокатного стана. Качество валков, от которого зависят эксплуатационные показатели, определяется параметрами микроструктуры рабочего слоя двухслойного прокатного валка.

Одним из основных аспектов, влияющих на качество чугунных валков, является процесс формирования графитовой фазы в рабочем слое валка в процессе кристаллизации и охлаждения. Графитовая фаза определяет механические и эксплуатационные свойства чугунных изделий, такие как прочность, износостойкость.

Проведённые исследования показали, что в рабочем слоя двухслойного чугунного прокатного валка содержится до 3,0 % графитовой фазы, которая выделяются в процессе изотермической выдержки рабочего слоя при заливке сердцевины, а также в процессе термической обработки. Количественные характеристики выделившейся графитовой фазы зависят от: химического состава сплава, режима заливки, термической обработки, тепловых условий формирования рабочего слоя [1 - 3].

Список используемых источников

1. Прокатные валки / К. Н. Вдовин, Д. В. Куряев, Н. А. Феоктистов, Д. А. Горленко. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2018. – 335 с. – ISBN 978-5-9967-1427-8.

2. Вдовин, К. Н. Влияние серы, кальция, алюминия на пластические свойства металла / К. Н. Вдовин, Н. А. Феоктистов // Теория и технология металлургического производства. – 2010. – № 10. – С. 107-113.

3. Study of the effect of isothermal holding on parameters of graphite phase in indefinite chromium-nickel cast iron alloyed by nitrogen and vanadium / K. N. Vdovin, D. A. Gorlenko, N. A. Feoktistov, D. V. Kuryaev // CIS Iron and Steel Review. – 2019. – Vol. 17. – P. 30-33. – DOI 10.17580/cisisr.2019.01.05.

УДК 621.74.351-17.2

Феоктистов Н.А. (AuthorID: 699014), **Троянов А.В.** (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ МАРТЕНСИТА В ВАЛКОВОМ ЧУГУНЕ

Чугунные валки являются одним из ключевых компонентов прокатного стана, используемых для обработки сплавов давлением. Качество и свойства валков оказывают значительное влияние на эффективность и производительность процесса прокатки [1].

В получении заданных эксплуатационных характеристик чугунного валка одним из ключевых факторов является бал иглы мартенсита, а также количества остаточного аустенита. Получение минимальных размеров игл мартенсита в рабочем слое валка можно добиться применением микролегирования и модифицирования [1 - 3], а также изменением тепловых режимов формирования литой заготовки (температура заливки, толщина кокиля), за основу был взят сплав ЛПХнд-71 И(Ц) в котором количество игл мартенсита размером до 10мкм составило около 5%, а иглы размером от 30 и до 60мкм составили около 25% среди которых встречались иглы и более 60 мкм, размер 70% игл находиться в пределе от 10 до 30 мкм. Данное соотношение соответствует методу нормального распределения.

Целью данной работы является исследование влияния технологических факторов на процесс формирования мартенсита в валковом чугуне. Максимальное содержания игл размером до 30мкм позволит добиться желаемых эксплуатационных характеристик чугунных прокатных валков. Необходимо разработать комплекс мероприятий, направленного на повышения содержания игл мартенсита и сдерживание их роста более 30 мкм.

Список используемых источников

1. Прокатные валки / К. Н. Вдовин, Д. В. Куряев, Н. А. Феоктистов, Д. А. Горленко. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2018. – 335 с. – ISBN 978-5-9967-1427-8.

2. Вдовин, К. Н. Влияние серы, кальция, алюминия на пластические свойства металла / К. Н. Вдовин, Н. А. Феоктистов // Теория и технология металлургического производства. – 2010. – № 10. – С. 107-113.

3. Study of the effect of isothermal holding on parameters of graphite phase in indefinite chromium-nickel cast iron alloyed by nitrogen and vanadium / K. N. Vdovin, D. A. Gorlenko, N. A. Feoktistov, D. V. Kuryaev // CIS Iron and Steel Review. – 2019. – Vol. 17. – P. 30-33. – DOI 10.17580/cisisr.2019.01.05.

УДК 621.74.24-1

Рудь К.И. (AuthorID 1278040)

ОЦЕНКА И РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОКАТНОГО ВАЛКА В ПРОЦЕССЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Обязательной операцией в производстве прокатных валков является термическая обработка. В процессе нагрева валка возникают термические и фазовые напряжения, которые могут привести к разрушению изделия в термической печи.

Достаточно большой процент в себестоимости производства прокатных валков занимает термическая обработка. От правильности проведения этой технологической операции напрямую зависят эксплуатационные показатели прокатных валков, а так же себестоимость продукции и, как следствие, прибыль предприятия.

В результате проведенной работы разработан метод учета эндо– и экзо– эффектов при построении математических моделей теплофизических характеристик стали 170ХНМ в различных температурных условиях.[1]

Проведен анализ теплового состояния прокатного валка из стали 17ХНМ в контексте существующего режима его термической обработки. Полученные данные показали возможность оптимизации рассмотренного режима с целью уменьшения времени технологического процесса термической обработки прокатного валка. [2-3]

Список используемых источников

1. Температурные поля системы отливка – литейная форма в условиях неравновесной кристаллизации комплекснолегированных сплавов/ В.М. Колокольцев, К.Н. Вдовин, Е.В. Синицкий, А.С. Савинов// Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. - 2014. - №1. - С. 28- 31.

2. Прокатные валки: монография / Вдовин К.Н., Гималетдинов Р.Х., Колокольцев В.М., Цыбров С.В. Магнитогорск: МГТУ; 2005.8с

3. Исследование теплофизических характеристик стали 170 ХНМ / Зарицкий Б.Б., Савинов А.С., Фочина К., Рудь К.И., Нефедьев А.А., Дубский Г.А.// Теория и технология металлургического производства. 2024. №3(50). С. 21-27.

УДК 621.671:001.891.57

Волков С.Ю. (AuthorID: 1031849)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ВНУТРЕННЕЙ ГЕОМЕТРИИ ЛИТЫХ РАБОЧИХ ДЕТАЛЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ПЕСКОВЫХ И ГРУНТОВЫХ НАСОСОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ

Приведены результаты математического моделирования работы проточных частей насоса серии Гр с помощью программного комплекса ППП FlowVision. Проведенные расчеты гидродинамики рабочего тела базовой конструкции насоса позволили оценить зоны повышенных скоростей потоков и углов атак гидровзвеси на поверхность рабочего колеса и улиты (места интенсивного гидроабразивного износа). Основы-ваясь на полученных данных и анализе топографии износа рабочих деталей насоса в условиях Учалинского ГОКа была усовершенствована их конструкция, что позво-лило увеличить рабочий ресурс.

Список используемых источников

1. Волков, С.Ю. Выбор и обоснование способов повышения эксплуатационной стойкости отливок центробежных насосов : специальность 05.16.04 "Литейное производство" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / С. Ю. Волков. – Магнитогорск, 2015. – 158 с. – EDN UAEHUX.
2. Потапов, М. Г. Разработка нового состава износостойкого чугуна для отливок деталей насосов : специальность 05.16.04 "Литейное производство" : диссер-тация на соискание ученой степени кандидата технических наук / М. Г. Потапов. – Магнитогорск, 2002. – 161 с. – EDN UAEHUX.
3. Потапов, М. Г. Опыт повышения износостойкости деталей насосов из хромоникелевых чугунов / М. Г. Потапов, Н. Г. Заматаев, Г. М. Потапов // Литейное производство. – 2004. – № 10. – С. 5-7. – EDN WLBXON.
4. Специальные чугуны. Литье, термическая обработка, механические свойства : Электронный ресурс / С. Ю. Волков, В. М. Колокольцев, Е. В. Петроченко, М. Г. Потапов. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – ISBN 978-5-9967-3066-7.

УДК 621.785; 621.74; 669.01

Потапов М.Г. (AuthorID: 602044), **Гулаков А.А.** (главный металлург)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛИСТОПРОКАТНЫХ ИНДЕФИНИТНЫХ ВАЛКОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЧИСТОВЫХ КЛЕТЕЙ СТАНОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ЗАО «КЗПВ»

В работе исследован режим термической обработки для снятия остаточных напряжений центробежнолитых валков из индефинитных чугунов нового поколения. Подробно рассмотрены структура и механические свойства при различной температуре отпуска, а также проведены эксперименты по влиянию температуры и времени отпуска на остаточные напряжения.

Режим термической обработки должен исключать дополнительную графитизацию рабочего слоя валка при его дальнейшей эксплуатации, так как происходящие при этом фазовые превращения искажают размеры изделия, повышают напряжения в рабочем слое и способствуют образованию трещин разгара. Результатом термической обработки должно также являться снижение количества остаточного аустенита, объемная доля которого в некоторых отливках из легированных чугунов может достигать 40 % [1]. Его количество в структуре снижается до 2…5 %, что может быть достигнуто двойным и даже тройным отпуском [2-3] При этом происходит также распад мартенсита, а в рабочем слое создаются сжимающиеся напряжения, благоприятные для дальнейшей эксплуатации валка.

Список используемых источников

1. Специальные чугуны. Литье, термическая обработка, механические свойства : Электронный ресурс / С. Ю. Волков, В. М. Колокольцев, Е. В. Петроченко, М. Г. Потапов. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – ISBN 978-5-9967-3066-7.

2. Основные этапы разработки технологии производства рабочих валков для чистовых клетей станов горячей прокатки / Гулаков А.А., Тухватулин И.Х., Колокольцев В.М., Потапов М.Г. Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2019. Т. 10. № 1. С. 36-40.

3. Будагьянц Н.А., Карсский В.Е. Литые прокатные валки. – М.: Металлургия. 1983. – 540 с.

УДК 621.74

Зарицкий Б.Б. (AuthorID: 813831)

ВЛИЯНИЕ РАССТАНОВКИ ОПОРНЫХ СВЯЗЕЙ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОКАТНОГО ВАЛКА В ПРОЦЕССЕ ТЕРМООБРАБОТКИ

При нарушении сплошности тела отливки в процессе термической обработки следует отметить, что трещинообразование возникает в связи с воздействием комплекса напряжений[1], совокупность которых превышает пределы прочности материала валка. В соответствии с принципами независимости действия сил данные напряжения могут быть найдены отдельно, с последующим суммированием их путём применения соответствующей гипотезы прочности.

При этом следует отметить, что при термической обработке возникают как радиальные, окружные и продольные напряжения от градиента температур[1], так и напряжения, связанные с влиянием массогабаритных характеристик валка и условий их закрепления. Таким образом, в работе рассмотрено возникновение напряжений, связанных с влиянием массогабаритных параметров тела валка.

Следует отметить, что прочностные характеристики стали при высоких температурах и при термической обработке достаточно низки, а следовательно даже незначительные напряжения могут оказать влияние на образование трещины в литой заготовке[2].

В докладе представлены полученные в ходе работы аналитические решения, обеспечивающие определение изменения напряженного состояния в теле прокатного валка в зависимости от расположения опорных связей при термической обработке.

По результатам полученного решения разработан программный продукт, обеспечивающий автоматическое определение рационального расположения опор валка.

При апробации полученных решений на предприятии г. Магнитогорска ЗАО «МЗПВ» результаты были использованы во время термической обработки при внедрении нового вида продукции валка горячей прокатки с диаметром бочки более 1400мм, материал сталь, масса отливки более 45 тонн. В ходе отработки технологии изготовления данной отливки было получено несколько бракованных изделий с радиальными трещинам на бочке валка. Полученные результаты по оптимизация напряженного состояния прокатного валка в процессе термообработки путём рационального распределения опорных связей в совокупности с мероприятиями по изменению температурно временной выдержки литой заготовки позволили получить здоровое тело отливки, без нарушения сплошности.

Список используемых источников

1. Вдовин, К.Н. Прогнозирование трещиноустойчивости крупных стальных отливок/ К.Н. Вдовин, А.С. Савинов, Н.А. Феоктистов// Литейное производство. – 2014. - № 12. - С. 8 - 10.

2. Зарицкий Б.Б., Савинов А.С., Феоктистов Н.А., Тютеряков Н.Ш., Постникова А.С. Формирование напряжений изгиба в бочке биметаллического прокатного валка при его термообработке // Теория и технология металлургического производства. 2021. № 4 (39). С. 26-30.

УДК 621.74.046

Савинов А.С. (AuthorID: 671233), **Феоктистов Н.А.** (AuthorID: 699014), **Андреев С.М.** (AuthorID: 656395), **Михалкина И.В.** (AuthorID: 1059731), **Зарицкий Б.Б.** (AuthorID: 813831)

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ НАРУШЕНИЯ СПЛОШНОСТИ ЛИТЫХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

Одним из актуальных направлений современных исследований при изготовлении литых прокатных валков является поиск путей по снижению брака при их производстве [1, 2]. В работе рассматривались биметаллические чугунные прокатные валки в исполнении HiCr, подверженные хрупкому разрушению вследствие возникновения растягивающих напряжений. Зачастую трещины в процессе термической обработки валков исполнения HiCr образуются в виде сколов характерной формы, на практике, называемой «лепесток». Стоит отметить, что на образование термических напряжений главенствующую роль оказывают температурные градиенты, возникающие из-за неравномерного нагрева тела отливки.

Разработанный программный продукт «Градиент HiCr»» [3-4], позволил провести анализ теплового состояния литого прокатного валка с целью косвенной оценки по температурным градиентам напряженного состояния литой заготовки в процессе термообработки. Проведенное моделирование позволило определить, что наибольшая величина градиента возникает с торцевой внутренней части бочки валка ввиду неравномерности охлаждения. Было принято технологическое решение по применению теплоизолятора с торцевых частей бочки валка (рис. 1.).

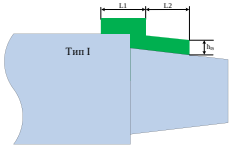


Рис. 1. Принятое расположение утеплителя на торцах бочки валка

В ходе работы было установлено, что утепление с толщиной теплоизолятора 50 мм позволяет уменьшить напряженное состояние с торцевой части бочки валка в связи с уменьшением температурных градиентов, что приводит к снижению брака литого изделия.

Список используемых источников

1. Вдовин К.Н. Прокатные валки: монография / К.Н. Вдовин, Д.В. Куряев, Н.А. Феоктистов, Д.А. Горленко // Магнитогорск: из-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. – 335 с.

2. Производство прокатных валков в условиях ЗАО «МЗПВ» / Д.В. Куряев, А.В. Авдиенко, Д.М. Иванов, А.Б. Бойко // Теория и технология металлургического производства. – 2017. - №1(20). – С. 32-33.

3. Применение компьютерного моделирования для оценки напряженного состояния литого прокатного валка / Н.А. Феоктистов, А.А. Юмабаев, Е.В. Скрипкин, А.В. Монастырский // Литейное производство. – 2024. - № 2. – С. 27-33.

4. Оптимизация режима термической обработки стальных прокатных валков в исполнении HiCr /А. А. Юмабаев, А. С. Савинов, И. В. Михалкина, С. М. Андреев, В. К. Дубровин // Черные металлы. – 2024. - № 12. – С. 21-27.

УДК 621.78

Фочина К.В. (аспирант)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ТВЕРДОГО СЛОЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТЛИВОК РАЗНОСТНЫМ МЕТОДОМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Одной из основных тенденций производства является процесс полного импортозамещения в области металлургии. Особое внимание уделяется замещению процесса производства литых изделий.

В связи с ростом внутреннего спроса на литые изделия увеличивается потребность в оптимизации процесса производства литых изделий. Разработка методов точного проектирования и расчета позволит оптимизировать процесс литья, что в значительной мере увеличит производительность. А контроль внутреннего состояния валков на этапе проектирования позволит улучшить качество готового изделия, уменьшит процент выбраковки и сократит расходы на производство.

В ходе работы был произведен расчет влияния толщины кокиля на зависимость нарастания рабочего слоя опорного валка от времени (рисунок 1).

Полученные данные позволят технологам прогнозировать нарастание рабочего слоя опорного прокатного валка диаметром 1600 мм в процессе его изготовления.

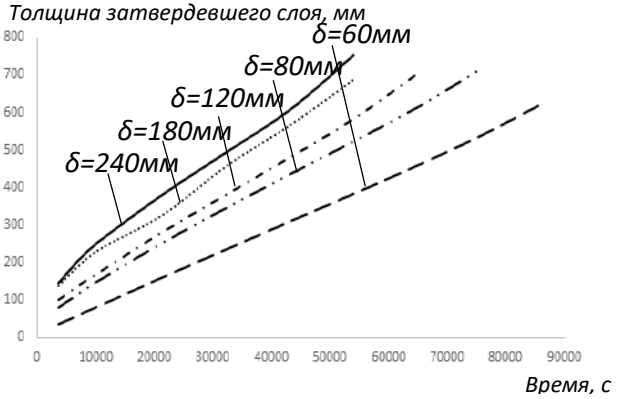


Рис. 1. Полученные результаты по нарастанию затвердевшей корки отливки во времени при различных толщинах кокиля.

Список используемых источников

1. Identifying thermal stresses in a steel cylindrical rod / A. S. Savinov, S. M. Andreev, I. V. Mikhalkina [et al.] // The Theory and Process Engineering of Metallurgical Production. – 2024. – No. 1(48). – P. 10-14. – EDN FATQKZ.

2. Прогнозирование термонапряженного состояния цилиндрического объекта в процессе его термообработки / А. С. Савинов, М. В. Харченко, К. В. Ангольд, К. И. Рудь // Теория и технология металлургического производства. – 2019. – № 2(29). – С. 4-9. – EDN LOYYUF.

Работа выполнена под руководством Савинова А.С. (AuthorID:671233)

УДК 621.746.27:047

Подосян А.А. (AuthorID: 50433971)

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ УЗКИХ СТЕНОК КРИСТАЛЛИЗАТОРОВ МНЛЗ

Кристаллизатор располагается в головной части МНЛЗ. В него разливается жидкая сталь и формируется сляб. Рабочие полости кристаллизатора собираются из широких и узких медных водоохлаждаемых стенок. Медные стенки, особенно узкие, быстро выходят из строя. Вопрос увеличения их жизненного цикла является важной и актуальной задачей [1].

При разливке на слябе образуются острые кромки, которые и начинают изнашивать узкие медные стенки, как представлено на рисунке 1 [2].



Рис. 1. Нагрузка на стенки и новые стенки со скосами

Для решения вопроса, в ООО «МРК» (ЛСО МНЛЗ СКИ, ЦРМО-3), совместно с представителями МГТУ им Г.И. Носова, и была разработана и в 2009 году запатентована новая конструкция медных стенок с торцевыми скосами (усами) [3], что позволило сократить число прорывов на ~ 50 %.

На основе опыта эксплуатации медных стенок со скошенными буртами, в 2023 году группой исследователей, включающей представителей ПАО «ММК», ООО «МРК», ЮУрГУ, УрФУ им. Б.Н. Ельцина и МГТУ им Г.И. Носова рассчитана и разработана модель узкой стенки более продвинутой конструкции, со сложным рельефом, в 2023 году получен патент [3], осуществлена эксплуатация.

Как показал опыт эксплуатации, идея формирования радиусной поверхности в углах слябов больших габаритов абсолютно жизнеспособна и реализуема. Со стороны ПАО «ММК» имеет место запрос на изготовление радиусных буртов больших габаритов. Исследования продолжаются.

Список используемых источников

1. Подосян А. А., Позин А. Е., Вдовин К. Н. Разработка и эксплуатация кристаллизаторов МНЛЗ с узкими стенками поликонусной конструкции // Сталь. – 2008. – №7. – С. 40-41.

2. Вдовин К. Н., Позин А. Е., Подосян А. А., Точилкин В. В. Контакт непрерывнолитого слитка с широкими стенками кристаллизатора слябовой МНЛЗ // Сталь – 2013 – 7– с.70-72.

3. Пат. 89996 РФ, МПК B22D 11/043. Кристаллизатор машины непрерывного литья заготовок / В. И. Кадошников, С. Н. Ушаков, К. Н. Вдовин; В. И. Завьялов, И. М. Захаров, М. В. Кадошникова, А. А. Подосян, А. Е. Позин; заявитель и патентообладатель ОАО «ММК»; – №2009130616/22; заявл. 10.08.2009; опубл. 27.12.2009.

4. Патент RU 217042 U1. Кристаллизатор машины непрерывного литья заготовок / Ячиков И. М., Дрозин А. Д., Точилкин В. В, Подосян А. А., Подосян Г. А., Еремин А. Н., Добрынин С. М., Чернов П. Ю./ год публикации: 2023; Дата регистрации: 27.12.2022 Дата публикации: 15.03.2023.

УДК 004.9:621.74

Шайхутдинова И.И. (AuthorID:71171498)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Алюминиевые сплавы широко используются в различных отраслях: авиастроение, автомобилестроение и машиностроение, благодаря своим легким и коррозионным свойствам. Поэтому обеспечение качества отливок из алюминиевых сплавов является критически важным для обеспечения надежности и долговечности изделий. В последние годы технологии искусственного интеллекта (ИИ) начали активно применяться для улучшения процессов контроля качества.

Традиционно контроль качества отливок включал в себя визуальный осмотр и различные механические испытания. Данные методы имеют ряд недостатков и могут быть субъективными, требовать значительных трудозатрат. Внедрение ИИ в процесс контроля качества отливок позволяет автоматизировать выявление дефектов. Рассмотрим некоторые из них.

Например, использование алгоритмов компьютерного зрения для анализа изображений отливок позволяет быстро и точно выявлять такие дефекты, как трещины, усадка, поры и другие. Алгоритмы позволяют значительно сократить время на визуальный осмотр.

Алгоритмы машинного обучения могут обучаться на больших объемах данных о дефектах, чтобы предсказывать появление брака на основе обработанных данных. Модели могут использоваться для анализа параметров литейного процесса, чтобы предупреждать возможные дефекты до их появления.

Глубокие нейронные сети, обученные на данных о качестве отливок, выявляющие паттерны, которые сложно обнаружить человеческим глазом. Они активно адаптируются к новым условиям и улучшают свои же результаты по мере накопления в базах данных.

В рамках внедрения технологий ИИ в контроль качества отливок из алюминиевых сплавов возможно использовать системы, которые интегрированы непосредственно в производственные линии. Чтобы отслеживать параметры литейного процесса в реальном времени и автоматически выявлять отклонения от норм, мгновенно реагируя на возможные проблемы.

Пример успешного применения ИИ включает системы, которые объединяют данные с различных датчиков, анализируют их с помощью алгоритмов ИИ и предоставляют операторам рекомендации по оптимизации процесса литья.

Таким образом, интеграция ИИ в процессы контроля и анализа качества является важным шагом к цифровизации и модернизации литейных производств.

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. Методы искусственного интеллекта при выявлении дефектов отливок / И. И. Шайхутдинова // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 24–25 октября 2024 года. – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2024. – С. 190-191. – EDN WSMBYY.

УДК 53.096

Струкова В.И. (AuthorID: 1097965), **Каменских А.А.** (AuthorID: 641861),
Носов Ю.О. (AuthorID: 1050564), **Пустовалов Д.О.** (AuthorID: 654687)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ФОТОПОЛИМЕРА ДЛЯ ЛИТЬЯ ПО ВЫЖИГАЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Процесс отработки техпроцесса изготовления опытных деталей литьем является дорогостоящим, без применения аддитивных технологий [1]. Одним из вариантов внедрения методов и средств аддитивного производства в литье является создание выжигаемых фотополимерных моделей. Для прогнозирования работы материалов на этапах технологического процесса требуется построение моделей описывающих их поведение в зависимости от температуры.

В рамках работы в первом приближении выполнено описание поведения фотополимерной смолы SI500 фирмы EnvisionTec Inc при помощи адаптированной процедуры численной идентификации [2]. Модель материала строится на основе теории Максвелла с использованием рядов Prony (рис. 1).

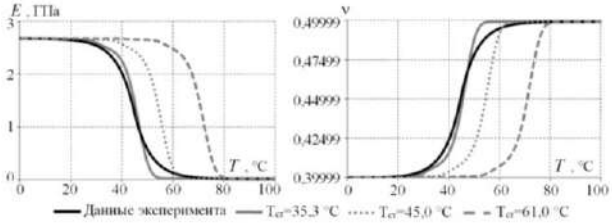


Рис. 1. Зависимость физико-механических свойств фотополимерного материала Envisiontec SI500 от температуры

Данные представлены при скорости нагрева образца 2°С при DMA исследовании цилиндрических образцов 3 на 7 мм. Температура стеклования, определенная в рамках численного эксперимента, 35,3°С, позволяет получить модель материала с минимальным отклонением от экспериментальных данных, чем при температурах стеклования из открытых источников.

Список используемых источников

1.Gao, M. Integration of Additive Manufacturing in Casting: Advances, Challenges, and Prospects / M. Gao, L. Li, Q. Wang, Z. Ma, X. Li, Z. Liu // International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology. – 2022. – Vol. 9. – P. 305–322. https://doi.org/10.1007/s40684-021-00323-w

1. Nosov, Y.O. Experimental study of the rheology of grease by the example of CIATIM-221 and identification of its behavior Model / Y.O. Nosov, A.A. Kamenskikh // Lubricants. – 2023. – Vol. 11. – Art. 295.

УДК 621.74

Богомягков А.В. (AuthorID: 658763), **Шаров К.В.** (AuthorID: 662821),
Уфимская В.А. (AuthorID:1280154), **Пустовалов Д.О.** (AuthorID: 654687),
Абляз Т.Р. (AuthorID: 652814), **Килина П.Н.** (AuthorID: 655205)

ПОДБОР РЕЖИМОВ ВЫЖИГАНИЯ ФОТОПОЛИМЕРОВ J-CAST, SI 500, DENTAL-CAST В ГИПСОВОЙ ФОРМЕ

Литье по выжигаемым моделям – перспективный метод получения литых заготовок, особенно в условиях единичного и мелкосерийного производства, а также опытно-конструкторских работ, в том числе при проектировании технологии получения деталей газотурбинных двигателей.

В данной работе рассматривается выжигание трёх фотополимерных смол – J-CAST, Si 500, Dental-CAST – в гипсовой форме, также представлены результаты подбора режима выжигания фотополимеров. Исследования проводились на однотипных образцах в форме куба с длинной грани 30 мм, толщиной стенки 1,5 мм и толщиной внутренних перемычек 0,5 мм. Образцы печатались под наклоном 15 градусов. Режимы печати представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Режим печати

Параметр	J-CAST	Si 500	Dental-CAST
Толщина слоя, мм	0,050	0,050	0,050
Время первоначальной засветки, с	45	40	70
Время засветки слоя, с	8,5	5	5,2
Высота подъёма стола, мм	7	6	7
Скорость подъёма стола, мм/с	1	5	1
Задержка перед началом засветки, с	4	5	4
Число нижних слоёв	2	2	2

Режим выжигания подбирался с учетом рекомендаций производителей как формомассы, так и производителей фотополимера, а также с учетом проведенных испытаний. Путем подбора режима было установлено, что рекомендуемое время можно сократить. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Режимы выжигания

Параметр (Температура, °С / время, час)	J-CAST	Si 500	Dental-CAST
Предварительный разогрев	до 100 / 2	до 100 / 2	до 100 / 2
Нагрев	100-450 / 1	100-450 / 1	100-450 / 1
Первая ступень	450 / 2	450 / 2	450 / 1
Нагрев	450-750 / 1	450-650 / 1	450-910 / 2
Выжигание	750 / 2	650 / 2	910 / 2
Охлаждение до температуры заливки	350 / 2	350 / 2	350 / 2

Данные режимы показали полное удаление фотополимера при выжигании, отсутствие зольного остатка в форме и отсутствие дефектов, связанных с неполным удалением состава модели.

УДК 621.74

Шаров К.В. (AuthorID: 662821), **Богомягков А.В.** (AuthorID: 658763),
Уфимская В.А. (AuthorID:1280154), **Абляз Т.Р.** (AuthorID: 652814)

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАГОТОВКИ ТИПА «КРЫЛЬЧАТКА» ЛИТЬЕМ ПО ВЫЖИГАЕМЫМ ФОТОПОЛИМЕРНЫМ МОДЕЛЯМ

В рамках опытно-конструкторских работ крайне важно быстро получить деталь, соответствующую по механическим и другим свойствам требуемым параметрам. Способом получить литые заготовки таких деталей может служить литьё по выжигаемым моделям из фотополимерных смол.

Для проведения опытной заливки была напечатана модель из смолы Si 500. Для экономии времени и ресурсов при печати модель разбивалась на части, затем части соединялись путем склейки на ту же смолу с последующей полимеризацией шва в засветочной камере. Конструкция состояла из внешней оболочки толщиной 1 мм, внутренняя часть заполнялась ячейками размером 1,5 мм с толщиной перемычки 0,15 мм. Данное сочетание параметров обеспечивает макропористость, необходимую для извлечения фотополимера из внутренних каналов. Режимы печати представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Режим печати

Параметр	Значение
Толщина слоя, мм	0,050
Время первоначальной засветки, с	55
Время засветки слоя, с	5
Высота подъёма стола, мм	6
Скорость подъёма стола, мм/с	5
Задержка перед началом засветки, с	5
Число нижних слоёв	2

Для изготовления формы использовалась формовочная смесь PRESTIGE ROYAL CAST. Подготовка формомассы производилась вручную, с помощью переносного смесителя. Затем смесь вакуумировалась при разряжении 0,9 атм. до всплытия и удаления пузырей, и дополнительно ещё 1,5 минуты. После выдерживания в течении суток опоку с затвердевшей формовочной смесью поместили в сушильный шкаф литниками вниз, где при 100°С форма выдерживалась в течении 10 часов. За это время из формы была удалена лишняя влага.

Процессы выжиганием фотополимера и прокаливание формы перед заливкой проводились за один подход по режиму, представленному в таблице 2.

Таблица 2 – Режим выжигания

Параметр	Температура, °С	время, час
Предварительный разогрев	до 100	2
Нагрев	100-450	1
Первая ступень	450	2
Нагрев	450-850	1
Выжигание	850	1,5
Охлаждение до температуры заливки	350	2,5

В результате выжигания и прокалки фотополимер удалился полностью, дефектов отливки, связанных с оставшейся смолой или зольным остатком, не выявлено.

УДК 621.74

Уфимская В.А. (AuthorID: 1280154), **Пустовалов Д.О.** (AuthorID: 654687)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ КЕРАМИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ С РЕГУЛЯРНОЙ СТРУКТУРОЙ

В связи с разработкой новых технологий производства керамических фильтров с регулярной структурой для фильтрации расплавов и различных конфигураций их каналов необходима также и разработка методов и способов исследования их свойств с целью получения максимально эффективных и работоспособных фильтров. Одним из свойств, определяющих работоспособность, является гидравлическое сопротивление фильтра.

В настоящее время существуют способы расчета гидравлических сопротивлений литниковой системы, но ни один из них не описывает протекание расплава через фильтрующие элементы [1]. Не в последнюю очередь это связано с непредсказуемостью структуры фильтров (в случае использования пенокерамических фильтров, наиболее часто применяемых на современном литейном производстве) [2].

В данной работе представлен исследовательский стенд для определения гидравлических сопротивлений керамических фильтров с регулярной системой каналов. Структура стенда представлена на рисунке 1.

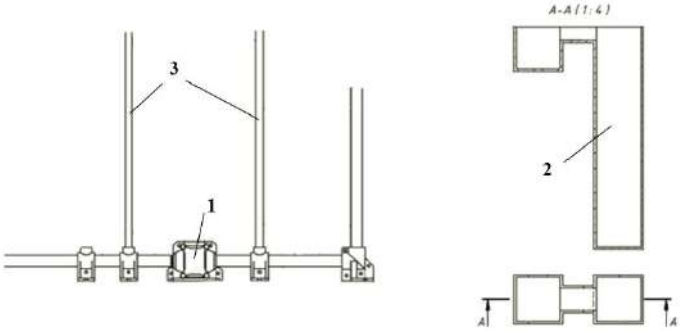


Рис. 1. Чертеж исследовательского стенда

Стенд состоит из таких ключевых элементов как основной блок 1, в который помещается фильтр или его модель, резервуар для модельной жидкости 2, используемый для обеспечения постоянства и равномерности потока жидкости, а также пьезометры 3 для контроля сопротивлений в системе.

Список используемых источников

1. Чуркин Б. С. Конструирование и расчет литниковых систем и прибылей для отливок: учебное пособие / Б. С. Чуркин. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2012. 124 с.;

2. Аммер В.А., Калинин Р.Б. Применение пенокерамических фильтров в литниковой системе при ЛВМ // Вестник ВГТУ. – 2014. – № 3-1.

Секция «Материаловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

УДК 53.082.62

Чукин М.В. (AuthorID: 475301), **Копцева Н.В.** (AuthorID: 493990),
Ефимова Ю.Ю. (AuthorID: 134003), **Миронюк К.С.** (студент)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ И ТЕРМОЭДС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР НАЧАЛА РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПЛАТИНОРОДИЕВЫХ ТЕРМОПАР

Термопары, состоящие из двух термоэлементов из сплава Pt-Rh, широко применяются для работы с высокотемпературными средами, вплоть до температур 1700°С. Для изготовления электродов термопар служит термоэлектродная проволока, химический состав и свойства которой регламентируются стандартами и техническими условиями. Одним из лидеров мирового рынка по производству зондов из таких сплавов для экспресс-анализа расплавленного металла является ООО «Сидермаг». На этом предприятии при изготовлении погружных термопар из платинородиевых сплавов при сборке проволок, составляющих термопару, осуществляется деформационное воздействие (в частности, роликами, подающими проволоку в сварочный аппарат), а затем – термическая обработка для обеспечения требуемых характеристик. Однако, у потребителей в ряде случаев наблюдается не стабильность показаний термопар при высокоскоростном снятии показаний температуры, что может быть связано с термической неоднородностью вследствие деформационного воздействия на термопарные элементы. В связи с этим целью проводимых исследований является определение температуры рекристаллизации для платинородиевых сплавов термопар производства ООО «Сидермаг».

Методами дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и термоэдс определены температуры начала рекристаллизации платинородиевых термопарных сплавов разных химических составов ПР30 (30% родия) и ПР6 (6% родия). Разработана новая методика определения температуры начала рекристаллизации, заключающаяся в построении полиноминальной аппроксимирующей кривой с высокой точностью (R^2>0,99) описывающей кривую термоэдс, критические точки на которой выявлялись по изменениям кривых регулярных остатков, т.е. по разнице между экспериментальным значением термоэдс и кривой аппроксимации этих значений. Методика показала хорошую корреляцию результатов определения температур начала рекристаллизации методом термоэдс с данными, полученными методом ДСК. Таким образом, с помощью метода термоэдс можно с высокой степенью достоверности определять температуру начала рекристаллизации для платинородиевых термопарных сплавов. Исходя из результатов проведенных исследований по определению температур рекристаллизации, предложен технологический режим отжига термопар в условиях промышленного предприятия.

УДК 625.143. 543:621.78

Копцева Н.В. (AuthorID: 493990), **Кузнецова Е.О.** (студент),
Ефимова Ю.Ю. (AuthorID: 134003), **Токарева Н.В.** (начальник службы)

РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕВОГО ШУРУПА С ПОВЫШЕННОЙ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТЬЮ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ВЕРХНЕМ СТРОЕНИИ ПУТИ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельсовые скрепления – важнейший элемент верхнего строения пути. Его модернизация направлена на сокращение времени и снижение затрат на ремонты и содержание путей, повышение качества и надежности элементов верхнего строения железнодорожного пути и в конечном счете на увеличение пропускной способности железнодорожного транспорта.Распоряжением правительства РФ разработка и освоение технологии производства сортового проката из специальных легированных сталей с повышенной ударной вязкостью для производства крепежных изделий внесена в перечень важнейших инновационных научно-исследовательских разработок, рекомендуемых к реализации.

Целью данной работы является разработка производства удлиненныхпутевых шурупов с шестигранной головкой из стали с повышенной ударной вязкостью для использования в верхнем строении пути при низких температурах без потери прочностных свойств и с улучшенной эксплуатационной надежностью.

В работе взамен стали марки 20 предложена альтернативная сталь марки 20Г2А, легированная марганцем. Построены термокинетические кривые распада аустенита. Рассмотрена технологичность данной марки при переработке.Предложены режимы термической обработки. Проведен сравнительный анализ физико-механических характеристик путевых шурупов, произведенных из этих двух марок. Изготовлена опытная партия путевых шурупов из стали 20Г2А.

Сделаны выводы, что применение при выпуске стали марки 25Г2А позволяет повысить прочностные свойства шурупа (среднее значение разрушающей нагрузки на 30 % выше стандартной для шурупов из стали марки 20) и сохранить необходимые пластические свойства продукции.

Комиссией ОАО «РЖД» проведены типовые испытания установочной партии шурупов путевых ЦП54, изготовленных по ТУ 1293-165-01124323-2005 из стали марки 25Г2А. Шурупы показали положительные результаты испытаний, что служит основанием для последующих поставок шурупов путевых из стали марки 25Г2А по заказам ОАО «РЖД».

Список используемых источников

Термическая обработка элементов рельсовых скреплений / Федин В.М., Вакуленко С.П., Чернышев К.А., Фимкин А.И., Мурга Л.Е., Ронжина Ю.В. // Путь и путевое хозяйство. 2023. № 3. С. 24-27.

УДК 62.135:622.691.4

Сычков А.Б. (AuthorID: 644171), **Атангулова Г.Я.** (AuthorID: 823605)

ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВЫХ ТУРБИН

Производственное предприятие «Турбинаспецсервис» г. Уфа, специализируется на ремонте деталей газовых турбин импортных и отечественных производителей в газовой, нефтяной, энергетической и авиационной промышленности. Целью предприятия является повышение эксплуатационных характеристик и надежности деталей газотурбинных двигателей, тепловых и атомных электрических станций на различных этапах жизненного цикла.

К основным видам работ предприятия относится: ремонт лопаток газовых турбин, ремонт лопаток паровых турбин, ремонт элементов камеры сгорания, изготовление запчастей, функциональные покрытия.

Также предприятие имеет все необходимые средства и оборудование для обратного проектирования деталей любой сложности по образцу.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы осуществляются на основе комплексного подхода с использованием современного оборудования и методов анализа. Обязательной составляющей деятельности предприятия является всестороннее исследование микроструктуры материалов, механических свойств, химического состава материала,исследование жаростойких покрытий и др.

Результаты исследований дают возможность прогнозировать состояние материала деталей газотурбинных установок в процессе длительной эксплуатации, что в свою очередь получает свое отражение при создании новых и усилении имеющихся технологий восстановительного ремонта с целью продления жизненного цикла деталей.

ООО «ПП ТСС» является патентообладателем на изобретения. Одним из изобретений является способ восстановительной термической обработки (ВТО) изделий из жаропрочных никелевых сплавов. Разработанная технология ВТО позволяет полностью восстановить изделие, которое в результате длительной эксплуатации имеет деградацию материала, которая в свою очередь отрицательно сказывается на его физико-механических свойствах. Технология ВТО позволяетнормализовать структурно-фазовое состояние материала и комплекс механических свойств.

На сегодняшний день в ООО «ПП ТСС» при изготовлении и ремонтно-восстановительных работах деталей газовых турбин применяется широкий спектр современных технологий: литье, резание, шлифование и полирование, электроэрозионная обработка. Задействуются технологические процессы нанесение термобарьерного и эрозионно-стойкого покрытия, вакуумная термическая обработка. Используются автоматизированные методы измерения и контроля.

При этом применяются специализированные испытательно-исследовательские комплексы, позволяющие проводить аттестацию металлопродукции и определять причины дефектообразования металлопродукции. В последнем случае возможен в последующем публикация материалов.

УДК 621.788.244

Сычков А.Б. (AuthorID: 644171), **Вафин Ю.Н.** (аспирант)

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВЫСОКОПРОЧНОЙ УПАКОВОЧНОЙ ЛЕНТЫ

Стальная лента применяется при обвязывании, фиксировании и консервации промышленных грузов, данный вид упаковочного материала наиболее распространен для их упаковки и транспортировки. Это популярное и простое решение для промышленных грузов в черной, цветной металлургии, деревоперерабатывающей и строительной индустрии, техники и т.д. Такой упаковочной лентой также производится скрепление внешней упаковки, фиксирование товарных единиц при штабелировании продукции, ее укладке и распределении на поддоне/платформе, а также для других операций с целью исключения повреждения и порчи товара при доставке потребителю.Такая лента обычно изготавливается из холоднокатаной полосовой углеродистой стали. Стальная упаковочная лента, как и любой другой упаковочный материал, должна обладать высокой прочностью и пластичностью, чтобы фиксировать груз в нужном положении и предотвращать разрушение упаковки и смещение грузов. Покрытие и состояние кромок данного упаковочного материала должно быть безопасным для использования при упаковке и обеспечивать сохранность грузов от коррозионных воздействий. Стальная упаковочная лента – это наиболее надежный упаковочный материал, которой применим во многих ситуациях, когда требуется прочность и устойчивость [1 - 2].

Целью настоящей публикации является выбор эффективных марок стали (среднеуглеродистая сталь марок 30-45, перспективно рассмотрение и высокоуглеродистых сталей) и технологии термической обработки (закалка с отпуском, изотермическая закалка – патентирование и др.) ленты для формирования необходимых микроструктуры (от сорбитно-трооститной до структуры бейнита и отпущенного мартенсита) и механических свойств (сочетаниепрочности и пластичности-вязкости) упаковочной ленты в зависимости от ее назначения и требований потребителей, а также высокая свариваемость (обеспечивается химическим составом стали и разработанной технологией сварки) и стойкость к атмосферной коррозии (достигается защитными мероприятиями – оцинкованная поверхность; поверхность, покрытая лаком и воском; выбор специальных режимов термической обработки).

При выполнении поставленной цели исследований следует особое внимание обратить на их комплексность многосторонность. Вследствие этого необходимо получить комплекс структурных, механических, служебных-специальных свойств зачастую противоречащих друг другу, обеспечивающих сочетание вышеуказанных характеристик высокопрочной упаковочной ленты.

Список используемых источников

1. Нефедов, Д.В.Аспекты качества итехнологии производства патентированной высокопрочной упаковочной ленты / Д.В. Нефедов, В.Е. Телегин, А.Г. Мианова и др. // Сталь. 2019. № 6. С. 30-33.- EDN: SRSUXG.

2. Беняковский, М.А. Автомобильная сталь и тонкийлист / М.А.Беняковский., В.А. Масленников // Издательский Дом «Череповец», 2007. 636 с.

УДК 669.018.44

Сычков А.Б. (AuthorID: 644171), **Иорданов Е.В.** (инженер)

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОБРАЗЦОВ ТБД В РЕГИОНЕ ХМАО-ЮГРА

При эксплуатации труб большого диаметра (ТБД) в условиях промышленного региона ХМАО-Югра в качестве магистральных газо-, нефтепроводов за последние 40-60 лет была выявлена их отбраковка по различным причинам (коррозионное растрескивание под напряжением, усталостное разрушение и др. причины). Анализ причин выхода из строя ТБД имеет определенный интерес для совершенствования материала (марок стали) и сквозной технологии их изготовления в будущем. За указанное время прошло изменения до 5 поколений марочного состава сталей (от низколегированной стали типа 17Г1С класса прочности К52 до низкоуглеродистой низколегированной ниобием и/или ванадием марганцевой стали типа 05Г2Б) и технологии (от горячей прокатки до ВТМО - контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением класса прочности К65 и выше). Вследствие чего, при равной прочности металла резко снизилась материалоемкость проката, т.е. толщина стенки ТБД существенно уменьшилась. Соответственно вышеуказанному, за анализируемое время накопилось множество нормативных документов, в основном технических условий (ТУ), нормирующих качественные показатели ТБД – фактически на каждую марку стали и класс прочности. В целом, выполнен большой объем аналитической работы, приведенный ниже.

1. Анализ химического состава по результатам лабораторных исследований восстановленных труб осуществлен на 9 142 образцах.

2. В ходе анализа отмечены элементы, массовая доля которых не соответствует техническому условию (ТУ) и произведено распределение элементов по следующим критериям: ТУ, периоду эксплуатации МГ:

- выделено 8 из 17 ТУ, где выбраны элементы, не соответствующие требованиям ТУ за период эксплуатации - 40-50 лет: C, Si, S, в некоторых случаях Ni, Nb, Cr - 4 из 17 ТУ; 30-40 лет: Si, S, V в некоторых случая C, 4 из 17 ТУ.

3. За период 50-20 лет, можно наблюдать тенденцию к снижению доли элементов, не соответствующих ТУ в случае с C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni (предположительно вследствие совершенствования технологии выплавки стали).

4. Наибольшая доля отбракованных образцов наблюдается в периоды 40-50 лет: 28,9 % - 2 876 образцов и 30-40 лет: 33,8 % - 5 997 образцов. Данные проведенного статистического анализа позволяют определить эффективный химический состав трубных сталей и провести последующий анализ причин отбраковки труб по другим причинам. В результате чего разработать предложения по совершенствованию сквозной технологии производства специальных сталей, термической обработки проката из них, установить особенности эксплуатации и снижение рисков выхода ТБД из строя.

УДК 621.74

Завалищин А.Н. (AuthorID: 323391), **Рядцких В.А.** (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТАЛИ БАНДАЖИРОВАННЫХ ВАЛКОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

Прокатные валки являются основным рабочим инструментом прокатных станов, поэтому их стойкость и работоспособность определяют качество металлоизделий, производительность и технико-экономические показатели работы прокатных цехов. Одним из распространенных методов изготовления прокатных валков является бандажирование. Данный метод - одно из основных перспективных направлений в повышении работоспособности прокатных валков и развитии валкового производства. Целью данной работы является изучение структуры и свойств стали бандажа и сердцевины опорного литого валка диаметром 1600 мм при толщине бандажированного слоя около 100 мм.

Химический состав основных элементов рабочего бандажированного слоя и сердцевины представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав стали бандажированного валка

Материал	Массовая доля элемента, %					
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Бандаж	0,406	0,50	0,63	4,11	0,77	0,46
Сердцевина	0,442	0,50	0,76	1,60	0,36	0,167

С помощью металлографического анализа изучили структуру рабочего слоя и сердцевины стального литого опорного валка.

Границы зерен выявляли травлением образцов в пикриновой кислоте. В зависимости от скорости кристаллизации получили различные значения размеров зерен рабочего слоя. На поверхности рабочего слоя бандажа размер зерна составлял 21 мкм, ближе к сердцевине - 32 мкм.

Микроструктура бандажированного слоя валка представлена реечным среднеигольчатым мартенситом. В пределах одного зерна расположено несколько пакетов мартенсита.

Осевая часть валка имеет структуру тонко пластинчатого перлита с округлыми неметаллическими включениями различной формы, свидетельствующими о литой структуре.

Твердость по Роквеллу и микротвердость рабочей части валка на глубине 10 мм от поверхности составила соответственно52 HRC и 4470 МПа, а в области, прилегающей к сердцевине - и 46 HRC и 4260 МПа. Твердость сердцевины составила35 HRC и 2680 МПа соответственно.

УДК 621.746.047.019:669.15

Завалищин А.Н. (AuthorID: 323391), **Башарова А.А.** (студент)

ХИМИЧЕСКАЯ И СТРУКТУРНАЯ НЕОДНОРОДНОСТИ НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО СЛЯБА И ТОЛСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТА СТАЛИ КАТЕГОРИИ ПРОЧНОСТИ К65

Формирование структуры низколегированной трубной стали протекает на всем технологическом пути производства горячего трубного проката от непрерывнолитого сляба до готового штрипса, а несовершенства литой структуры наследуется горячекатаным листом и определяет химическую и структурную неоднородность проката, что неблагоприятно сказывается на механических свойствах [1,2]. В в настоящей работе из темплета НЛС низколегированной стали класса прочности К65 вырезали центральную часть толщиной 60 мм, деформировали с различными степенями обжатия при температурах, близких к реальным температурам прокатки этих сталей, и исследовали изменения структуры и свойств в зависимости от величины обжатия.

На отобранных образцах определили макроструктуру после травления в соляной кислоте и микроструктуру в 4-х процентном растворе азотной кислоты. Макроструктура в вырезанном образцесоответствует обычной литой структуре – с поверхности образца наблюдаются концевые части столбчатых дендритных кристаллов, в центре крупные равновесные зёрна, а по оси наблюдается осевая химическая неоднородность (ОХН) в виде полосы темных ликвационных пятен. Деформация с обжатиями до 42,2% не приводит к исчезновению ликвационной полосы.

Микроструткура в осевой части образца после непрерывной деформации имеет равновесную структуру. В центре расположен полиэдрический феррит и карбонитриды титана и ванадия, а ближе к поверхности наблюдаются игольчатый феррит.

Твердость образцов измеряли по Роквеллу стальным шариком в единицах HRB. Для образца без деформации твердость составила 77,8, для образца со степенью обжатия 33,3% составила 80 единиц, а для образца с деформацией 42,2% твердость имела значение 81,6 единиц HRB. Было выявлено, что с увеличением степени деформации твердость образцов возрастает, несмотря на высокую температуру деформации и медленное охлаждение, что можно объяснить некоторым уменьшением величины зерна.

Микротвердость полиэдрического феррита, измеренная при нагрузке 50 г, составила в среднем 1200 МПа, а игольчатого феррита - 1500 МПа.

Список используемых источников

1. Влияние технологии непрерывной разливки на структуру низколегированной стали на различных этапах производства / А.Н. Завалищин, Е.В. Кожевникова // Металлург. 2017. № 12. С. 13-19.

2. Исследование трансформации химической неоднородности (ликвации) в процессе толстолистовой прокатки микролегированных трубных сталей / И.А. Разгулин, Д.Н. Чикишев, А.Н. Завалищин // Моделирование и развитие процессов ОМД. 2017. № 23. С. 44-49.

УДК 669-122.2

Петроченко Е.В. (AuthorID: 673879), **Соколова А.Л.** (студент)

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ДВУХФАЗНЫХ СТАЛЕЙ

Высокопрочные двухфазные стали широко применяются в автомобилестроении благодаря своим уникальным механическим свойствам. Они обладают повышенной удельной прочностью, что позволяет производителям снизить общую массу автомобиля, улучшить его управляемость и эффективность. Микроструктура стали оказывает ключевую роль в определении ее механических свойств, таких как временное сопротивление, предел текучести, относительное удлинение. Одной из основных проблем многих двухфазных сталей является наличие полосчатости в отожженной структуре в виде чередующихся ферритных и мартенситных полос или строчек. При исследовании микроструктуры стали выявили образование данной полосчатости в горячекатаном прокате, где полосчатость представлена как чередующиеся полосы или строчки феррита и перлитных колоний. Возможной причиной образования чередующихся полос или строчек после горячей прокатки может выступать дендритная ликвация. С увеличением концентрации легирующих элементов, растет и коэффициент ликвации [1], повышается склонность стали к образованию большего количества чередующихся полос феррита и перлита после горячей пластической деформации, и, соответственно, феррита и мартенсита после термообработки. Такой эффект может привести не только к образованию полосчатой волокнистой структуры, но и к появлению непосредственно ликвации в виде полосы, что негативно скажется на конечных свойствах холоднокатаного проката. Снижение полосчатой волокнистой структуры в готовом металлопрокате может обеспечить технология мягкого обжатия при вытягивании слябовой заготовки из кристаллизатора в процессе разливки на машине непрерывного литья заготовок [2]. В результате мягкого обжатия происходит сближение фронтов кристаллизации, создаётся гидродинамическое давление расплава, вследствие чего повышается проницаемость двухфазной зоны сквозь «лес» дендритов и происходит компенсация усадочных явлений металла. Снижение концентрации легирования двухфазной стали также обеспечит менее выраженнуюполосчатую волокнистую структуру. Длительность выдержки при вакуумировании стали и длительность продувки при обработке стали на участках внепечной обработки стали в сталеразливочных цехах обеспечит получение холоднокатаного проката с высоким классом прочности.

Список используемых источников

1. Скребцов А. М., Кузьмин Ю. Д., Секачёв А. О., Качиков А. С., Терзи В. В.. Дендритная ликвация в сплавах железа в зависимости от массы добавочных элементов и их физических свойств // Известия высших учебных заведений. Чёрная металлургия. 2014. Т. 57. №9. С. 52–55.EDN: SQTBAP.

2. Завалищин А. Н., Кожевникова Е. В. Влияние технологии непрерывной разливки на структуру низколегированной стали на различных этапах производства // Металлург. 2017. №12. С. 13–19.EDN: YMSNPW.

УДК 691.175

Емелюшин А.Н. (AuthorID: 318439), **Зайцев А.Е.** (студент)

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БАЗИСЕ ЭПОКСИДНОЙ МАТРИЦЫ С РАЗЛИЧНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Композиционные материалы – материалы, которые состоят из двух или более компонентов с границей раздела между ними – межфазным слоем.

Большинство композитов состоит из матрицы и включённых в неё армирующих элементов, обеспечивающих необходимые механические характеристики материала (прочность, жёсткость и т. д.). Матрица предназначена для практической реализации свойств армирующих компонентов в ней, обеспечивает целостность материала, передачу и распределение внутренних напряжений.

Также, матрица защищает армирующие компоненты от механических повреждений и агрессивной химической среды. Указанным задачам в полной мере отвечают эпоксидные полимеры. Полимерные эпоксидные материалы (ПЭМ) с различными типами наполнителей характеризуются рядом преимуществ по сравнению с остальными материалами, а именно: повышенными прочностными свойствами, малым весом, превосходной адгезионной и усталостной прочностью, высоким модулем упругости, большими возможностями модификаций ПЭМ при минимальных изменениях состава матрицы и наполнителя.

Благодаря этому полимерные композиционные материалы имеют широкое распространение в тех сферах, где необходимы высокая прочность, коррозионная стойкость и малый вес.

На данный момент существует задача по повышению эксплуатационных характеристик элементов оборудования, которые позволили бы частям машин и механизмов работать более продолжительное время при этом с как можно меньшим износом. Подобного рода цели возможно достичь за счёт применения деталей оборудования, изготовленных из материалов, имеющих повышенную устойчивость к условиям работы: трение, химически агрессивные среды, усталостные нагрузки.

Получение такого материала возможно подбором матрицы и армирующих компонентов, которые в совокупности гарантируют получение требуемых свойств, что приведет к достижению поставленной задачи.

Исследована износостойкость композиционных материалов при абразивном изнашивании в зависимости от количества армирующего компонента в полимерной матрице.

Список используемых источников

1 Young R.J., Kinloch I.A., Gong L., Novoselov K.S. // Compos. Sci. Technol. 2012.V.72. No 12. P. 1459.

2 Иржак В.И. Эпоксидные полимеры и композиты с эпоксидной матрицей. – М.: РАН, 2022. – с. 288.

УДК 669.141

Емелюшин А.Н. (AuthorID: 318439), **Кутлубулатова Я.Б.** (студент)

МЕТАЛЛУРГИЯ УРАЛА XIX ВЕКА (ТИРЛЯН – БЕЛОРЕЦК)

Развитие металлургической промышленности Урала в XIX веке сыграло ключевую роль в экономическом и промышленном становлении России. Особое значение имели Тирлянский и Белорецкий заводы, являвшиеся одними из ведущих центров чугуноплавильного и железоделательного производства региона.

Тирлянский завод, основанный в 1759 году, был производил литое железо и железные полосы для строительства и машиностроения. В XIX веке были внедрены паровые машины, совершенствовалась доменная технология, увеличились объёмы производства. Качество железа было высоким, что обеспечивало стабильный спрос. Важным достижением стало внедрение новых методов очистки чугуна и усовершенствование литейного производства. Завод активно участвовал в снабжении металлом военных и промышленных объектов Российской империи.

Белорецкий завод, открытый в 1762 году, специализировался на выпуске высококачественного железа и проволоки. В XIX веке здесь внедрялись новые методы обработки металла, включая пудлингование и прокатное производство. В 1870-х годах на заводе начали изготавливать стальные канаты для горнодобывающей и судостроительной промышленности. Завод сыграл значительную роль в развитии железных дорог России, поставляя металл для железнодорожных путей. В конце XIX века завод увеличил производство железа и стали за счёт новых прокатных станов.

Оба завода играли важную роль в развитии инфраструктуры региона, способствуя росту населения, строительству дорог и социальных объектов. Населённые пункты, сформированные вокруг металлургических предприятий, развивались в крупные промышленные центры, с развитой социальной и транспортной инфраструктурой.

Однако к концу XIX века устаревшие технологии и высокая конкуренция привели к снижению их значимости. Введение в эксплуатацию более современных металлургических предприятий на юге России повлияло на снижение спроса на продукцию уральских заводов. Тем не менее, Тирлянский и Белорецкий заводы продолжали функционировать, адаптируясь к новым экономическим условиям и сохраняя значение в региональной металлургии. В годы Великой Отечественной войны броневой лист шел на изготовление солдатских касок. В годы перестройки завод в Тирляне начали закрывать, а в 1994 году прорыв плотины огромного заводского водохранилища привел к разрушению заводских цехов и многих жилых домов. Промышленные здания решили не восстанавливать, теперь их руины - одна из главных достопримечательностей Тирляна.

Список используемых источников

1. Баженов Л.Г. Очерки истории уральской металлургии. Екатеринбург, 1997.
2. Мазуров А.А. Металлургические заводы Урала. Челябинск, 2003.

УДК 621.771

Куприянова О.А. (AuthorID: 552501)

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВЫПЛАВКИ НА КАЧЕСТВО ЛИСТОВОГО ПРОКАТА ИЗ ХЛАДОСТОЙКОЙ ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛИ

К горячекатаному прокату из высокопрочной хладостойкой стали предъявляются повышенные требования по уровню прочностных свойств, низкотемпературной вязкости, хладостойкости и свариваемости [1-2]. На поверхности не допускаются трещины, плены, рванины, закаты и другие дефекты. Выполнение этих требований в значительной степени может быть обеспечено в процессе выплавки стали методом вакуумного переплава. Осуществлено исследование влияния выплавки стали повышенной прочности и хладостойкости в вакууме и без вакуума на ее загрязненность неметаллическими включениями и стойкость к водородному растрескиванию [3]. Выплавка слитков заданного химического состава осуществлялась в вакуумной индукционной печи ZG-0.06L. Для имитации процессов горячей черновой прокатки применялся гидравлический пресс П6334 усилием 250 т. Чистовую прокатку проводили на реверсивном стане горячей прокатки 500 дуо, совмещенном с установкой контролируемого охлаждения. Установлено, что образцы, выплавленные с использованием вакуума, имеют незначительное количество неметаллических включений и выдерживают испытание на стойкость к водородному растрескиванию, трещины на них не обнаружены. На образцах, выплавленных без вакуума, после испытаний на стойкость к водородному растрескиванию были выявлены трещины, располагающиеся как в поверхностных, так и в центральных слоях и достигающие в длину 600 и 1700 мкм соответственно. Таким образом показано, что за счёт применения эффективных технологий выплавкистали в вакууме удается достигнуть высокой степени чистоты стали по неметаллическим включениям, повысить трещиностойкость и снизить количество неметаллических включений в стали повышенной прочности и хладостойкости [3-4].

Список используемых источников

1. Монография: Инновационные металлические материалы / под общ. ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. Государственный технический университет им. Г.И. Носова. – 2016. – 371 с. – Текст: непосредственный.

2. Куприянова, О.А.Высокопрочные хладостойкие стали нового поколения: история, современное состояние и перспективы развития / О.А. Куприянова // Сталь. – 2023. – № 5. – С. 45-51.

3. Полецков, П.П. Влияние способа выплавки на качество трубной стали северного исполнения / П.П. Полецков, О.А.Никитенко, М.В.Мишуков, А.С.Кузнецова, Е.В.Лопатина Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2020. – Т. 76. – № 8. – С. 810-817.

4. Зайцев, А.И. Комплексные неметаллические включения и свойства стали / А.И. Зайцев, В.С.Крапошин, И.Г.Родионова // М.:Металлургиздат, 2015. – 276 с.

Секция «Развитие теории и технологии процессов обработки металлов давлением и глубокая переработка металлов»

УДК 621.771:669.13.017:620.18; 669.13.017:620.17

Трубников Н.А. (Author ID: 1239600), **Лопатина Е.В.** (AuthorID:1010011), **Полякова М.А.** (AuthorID: 412344), **Голубчик Э.М.** (AuthorID: 299942)

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДЕФОРМАЦИИ МНОГОФАЗНЫХ СТАЛЕЙ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА В ПРОЦЕССЕ ПРОКАТКИ

Использование многофазных сталей для производства изделий различного назначения доказало свою перспективность вследствие их уникальных свойств, которые обусловлены специфическим химическим и фазовым составом [1]. Однако разработка промышленных технологий получения проката их таких сталей в значительной степени ограничена отсутствием значительного объема статистической информации об изменении структуры и свойств при различных режимах термодеформационного воздействия [2]. Как известно, существующие математические модели описания различных процессов обработки давлением основаны на представлении материала как однородной среды. Однако в настоящее время структуру стали можно представить как композиционный материал, который состоит из мягкой матрицы с твердыми включениями или, наоборот, мягкой составляющей в твердой малопластичной матрице в зависимости от содержания углерода в стали. С этой точки зрения для построения математических моделей процессов обработки давлением многофазных сталей можно использовать основные положения теории совместной пластической деформации разнородных металлов, разработанной известным ученым нашего университета Г.Э. Аркулисом [3].

Процесс получения стального проката осуществляется в многопроходных процессах горячей и холодной прокатки. При этом в стали протекают процессы, в результате чего соотношение количества фаз постоянно изменяется во в течение всего процесса прокатки. Поскольку фазовый состав стали непосредственным образом определяет уровень ее конечных свойств, поэтому учет изменения фазового состава является определяющим условием построения моделей, адекватно описывающих процесс прокати многофазных сталей [4].

Список используемых источников

1. Gorlenko, D. A. TRIP steels: the features of chemical composition and structure, prospects of application (overview) / D.A. Gorlenko, D.V. Konstantinov, M.A. Polyakova, M. Dabala' // CIS Iron and Steel Review. - 2022. - Vol. 23. - pp. 67–75. - DOI: 10.17580/cisisr.2022.01.13 – EDN CFKALS.

2. Румянцев, М. И. Некоторые результаты развития и применения методологии улучшения листопрокатных технологических систем / М. И. Румянцев // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. - 2017. - Т. 15. - №1. - С. 45-55. - DOI 10.18503/1995-2732-2017-15-1-45-55. - EDN YGSAND.

3. Аркулис, Г. Э. Выявление закономерностей равномерной совместной деформации разнородных металлов / Г. Э. Аркулис // Известия вузов. Черная металлургия. - 1960. - №3. - С. 30-36.

4. Полякова, М. А. Развитие положений теории совместной пластической деформации разных металлов применительно к процессам прокатки полосовой стали / М. А. Полякова, Э. М. Голубчик, Е. В. Лопатина, Н. А. Трубников // Черные металлы. – 2024. – № 6. – С. 8-13. – DOI 10.17580/chm.2024.06.01. - EDN ZSZTZX.

УДК 621.771.25

Моллер А.Б. (AuthorID:148036), **Назаров Д.А.** (AuthorID:848845),
Федорова А.А. (методист)

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНЦА ПРОКАТКИ КАТАНКИ ДИАМЕТРОМ 9-11 ММ ИЗ СТАЛИ 65-80

В 2019 году была проведена модернизация линии воздушного охлаждения стана 170 ПАО «ММК». Основной задачей модернизации было получение сорбитизированной в исходном состоянии катанки. Применение такой продукции позволяет отказаться от одной промежуточной операции термической обработки в процессе производства проволоки, а также должно обеспечивать стабильность механических свойств готовой проволоки всего размерного сортамента ОАО «ММК-МЕТИЗ».

При анализе образцов проката из стали марок 65-80 диаметром 5,5-11 мм было выявлено, что соблюдение необходимых требований затруднено. Для устранения данного несоответствия коллективом МГТУ им. Г.И. Носова в рамках НИОКР с ПАО «ММК» были разработаны, опробованы и внедрены в технологическую инструкцию новые режимы прокатки и охлаждения катанки 5,5 и 6,5 мм.

При проведении работ было обнаружено, что для катанки диаметром 9-11 мм требуется увеличение температуры конца прокатки до диапазона 960-980°С. Это позволит попасть в целевую область фазового превращения и получить требуемое содержание перлита 1-2 балла.

Ранее для увеличения температуры конца прокатки с помощью системы автоматизированного проектирования калибровок прокатных валков была рассчитана новая калибровка для чистовой группы клетей, которая позволила сместить температуру конца прокатки в требуемый диапазон.

Дополнительно проведён анализ возможности увеличения скорости прокатки для всего стана, и отдельно для чистового блока, что приведёт к желаемому увеличению температуры конца прокатки на существующих валках.

Список используемых источников

1. Способы повышения качества производимой продукции в условиях стана 170 ПАО "ММК" / Н. А. Баранов, О. Н. Тулупов, А. Б. Моллер [и др.] // Моделирование и развитие процессов ОМД. – 2022. – № 1(34). – С. 4-8.

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.

3. 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.

УДК 622.7.017

Зайнуллин А.И. (AuthorID:1169269)

СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СПОСОБОВ СИЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОДВИЖНЫХ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ ДВОЙНОЙ СВИВКИ

Подвижные стальные канаты двойной свивки применяются во многих важных отраслях промышленности страны. Их основной эксплуатационной характеристикой является выносливость, которая определяется, прежде всего, напряженным состоянием (НС) стального каната.

Формирование НС стальных канатов происходит на каждом этапе цикла технологических процессов, применяемых для их производства: волочение повивочной проволоки; непосредственно свивка прядей/ канатов, при которой применяются такие операции как: преформация проволок/прядей, рихтовка; силовая обработка готового изделия (прежде всего пластическое обжатие). Для эффективного управления НС стальных канатов необходимо применение моделирования вышеприведенных операций. На сегодняшний день, для технологических операций волочения проволоки, рихтовки прядей/канатов разработаны модели, применение которых дает положительный результат. Однако для наиболее важных, оказывающих существенное влияние на формирование благоприятного НС стальных канатов, операций по пластическому деформированию (преформация, пластическое обжатие) разработанных моделей немного. В данном направлении известны работы специалистов, представляющих Магнитогорскую, Одесскую, Волгоградскую школы исследователей в области метизного передела черной металлургии. Однако результаты, представленные в данных работах, существенно разнятся, то есть, на сегодняшний день, нет единых выводов по физике данных операций. Это требует продолжения исследований в данной области с разработкой цифровых двойников операций преформации и пластического обжатия подвижных стальных канатов двойной свивки и их элементов, с дальнейшим предоставлением единых научно-обоснованных закономерностей.

Работа выполнена под руководством Харитонова В. А. (AuthorID: 671598)

УДК 621.778.08

Баймурзина Г.С. (AuthorID: 1074578), **Харитонов В.А.** (AuthorID:884168)

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОВОЛОЧНЫХ ВИНТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ КРУЧЕНИЕМ

Концепция развития арматурных профилей ориентирована на крученые винтовые профили. Анализ существующих способов их изготовления позволяет предложить идеологию их изготовления, построенную на закономерностях формоизменения и комбинировании различных методов.

Горячекатаные арматурные профили решают задачу соединения арматуры, широко используются в производстве, тк решают все текущие проблемы, имея достаточные показатели сцепления и напряженности. Однако с повышением прочности стали возникают новые задачи. При увеличении прочности изделий в низкоуглеродистой арматуре, несмотря на решение проблемы соединения и уменьшения расхода металла, возникает задача передачи высокой прочности металла бетону, избегая высокой напряженности. Винтовые профили, такие как канаты, обладают высокой прочностью. Но для повышения штопорного сцепления с бетоном требуется большое количество шагов кручения, что может привести к разрушению профиля. Оптимальным видом профиля становится винт. Хотя для кручения высокопрочного арматурного профиля необходимо приложить большее усилие, появляется возможность управления структурой методами ИПД. Поэтому нужны комбинированные методы кручения, формоизменения и структурообразования.

Для предварительно напряженной арматуры, повышая прочность металла, важно создать активный профиль, способный передать эту прочность бетону. Удорожание металла ограничивает производство в выборе профиля, ведь выступы увеличивают не только площадь поверхности арматуры, но и расход стали, становясь концентраторами напряжения.

Такой профиль арматуры находит широкое применение не только в строительстве, но и при изготовлении решетчатого настила для площадок и тд.

Фирма «БашПровол» производила скрученный квадрат для изготовления сварного решетчатого настила, используя комбинированный метод. Технические задачи метода включают увеличение срока службы рабочего инструмента, снижение энергозатрат и повышение производительности. Это позволяет снизить себестоимость продукции и автоматизировать процесс производства готовых изделий с использованием скрученных фасонных профилей неограниченной длины.

УДК 621.778.2

Харитонов В.А. (AuthorID: 671598), **Иванцов А.Б.** (AuthorID:525680),
Ульянов С.А. (аспирант)

СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ХОЛОДНОЙ БЕЗОПРАВОЧНОЙ НАВИВКИ СТАЛЬНЫХ ПРУЖИН

Навивка пружин по получившей наибольшее распространение [1] схеме «сжатие+изгиб» на универсальных пружинонавивочных автоматах позволяет изготавливать витые пружины сложной геометрии. Навивка по данной схеме отличается неустойчивостью процесса, а его управление требует решения задачи нагружения многорычажной статически неопределимой системы в рамках нелинейной механики твердого тела. Проблема управления процессом безоправочной навивки, в частности,

На основе 2D-моделирования нами разработаны принципы управления кривизной витка. Изменение диаметра витка в процессе навивки регулируется движением роликов. Каждый ролик имеет одну степень свободы, двигаясь навстречу витку или от него под углом 60 градусов к горизонту. На основе полного факторного эксперимента, в котором каждый ролик занимал три положения (начальное, отведение и поджатие) была получена зависимость изменения диаметра витка от взаимного перемещения роликов. Также на основе данной зависимости определено, что самой эффективной схемой увеличения диаметра является одновременный отвод правого ролика и поджатие левого. Одновременное удаление или приближение роликов не оказывает существенного влияния на диаметр витка, что было подтверждено практикой. Отвод или остановка на месте правого ролика в сочетании с поджатием левого ролика не рекомендованы, т.к. смещают очаг деформации к направляющей, создавая возможность образования задира на проволоке.

Данная методика реализована на Уральском Пружинном Заводе при построении настроечной программы навивки бочкообразной пружины для построения схем движения роликов с учётом положения порождаемых очагов деформации.

В среде Deform-3D детально воспроизведен процесс навивки С-образной пружины в её наиболее ответственной стадии - при формировании опорного витка. Произведено уточнение программы навивки на основе 3D-моделирования, включающего движение шаговой лапки и навивочных роликов.

Список используемых источников

1. Навроцкий Г.А. Навивка пружин на автоматах / Г.А. Навроцкий, Е.Г. Белков. – М.: Машиностроение, 1978. – 143 с.

2. Соломатов М.Г. Совершенствование процесса безоправочной навивки ответственных пружин сжатия: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.03.05 / Соломатов Максим Ген-надьевич – Челябинск, 2003. – 18 с. Место защиты: Южно-Уральский государствен-ный университет.

3. 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. Скрябина, А.Е. Зверовщикова. Пенза, 2022. С. 107-111.Б

УДК 621.771.25:004.942-946

Моллер А.Б. (AuthorID: 148036), **Савва А.Д.** (студент)

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОКАТНОГО СТАНА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА

В настоящий момент металлургическая отрасль играет важную роль в экономике Российской Федерации. Производимая продукция в этой отрасли, в частности прокатная продукция, используется во многих областях жизни, начиная от строительства, заканчивая производством заготовок для изготовления крепежа и различных деталей автомобилей. Производительность станов, выпускающих данную продукцию, непосредственно влияет на рост экономики РФ, так как от количества выпущенной качественной продукции будет зависеть прибыль от ее реализации. В целях повышения производительности прокатного стана имеет место применение технологий создания цифровых двойников и систем дополненной реальности. Многие предприятия металлургической отрасли Российской Федерации выбрали путь становления цифровых технологий, где одним из результатов глобальной цифровизации может стать цифровая копия всего предприятия со всеми его процессами и объектами [1]. На повышение производительности прокатного стана влияют: соблюдение регламентов и технологических инструкций, правильная организация труда, а также квалификация персонала. ЦД и системы дополненной реальности (AR) могут применяться на уровне анализа поломок оборудования, организации труда, а также обучения или повышения квалификации персонала. Например, при выходе из строя привода клети прокатного стана, система проанализирует состояние составных частей этой клети и вынесет итоговое решение по дальнейшим манипуляциям, что сократит время человека на поиск поломки и способа ремонта. Сокращение времени на обслуживание и ремонт оборудования, улучшение процесса обучения и аттестации персонала, улучшенная организация труда путем внедрения цифровых двойников и систем дополненной реальности в совокупности поможет повысить производительность прокатного стана [2].

Список используемых источников

1. Опыт внедрения и перспективы развития цифровых двойников сортопрокатных технологических систем / С. А. Левандовский, А. Б. Моллер, О. Н. Тулупов, Н. А. Баранов // Калибровочное бюро. – 2024. – № 24. – С. 18-27.

2. Совершенствование сортопрокатных технологических систем через развитие элементов менеджмента качества / А. Б. Моллер, С. А. Левандовский, Н. А. Ручинская [и др.] // Труды Восьмого конгресса прокатчиков, Магнитогорск, 11–15 октября 2010 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский Дом печати, 2010. – С. 224-229.

УДК 004.946, 519.8

Васенков Н.С. (магистрант)

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СОРТОВОЙ ПРОКАТКИ НА СТАНЕ 370 ПАО «ММК»

Рассматривается вопрос развития направления по созданию и внедрению цифровых двойников технологических процессов. Цифровые технологии в металлургический отрасли позволяют сократить издержки производства продукции, повысить качество металлопродукции и расширить её сортамент. Руководством ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» поставлена амбициозная цель создания цифрового двойника полновесного технологического участка с дальнейшим распространением цифровой платформы на масштабы всего предприятия.

Так как основной частью приносящей прибыль металлургической компании является производство – поэтапное достижение поставленной цели начинается с промышленной составляющей. Рассматривается пошаговый процесс создания цифрового двойника сортопрокатного стана на примере стана 370.

Сформулированы основные цели и задачи для рассматриваемого проекта, который позволит получить первый в Российской Федерации опыт создания полноценного цифрового двойника промышленного объекта. Рассмотрены особенности функционирования современных цифровых двойников и определены функциональные ограничения. Спроектирована структурная схема создаваемой комплексной динамической математической модели как основы для функционирования готового решения.

Список используемых источников

1. Опыт внедрения и перспективы развития цифровых двойников сортопрокатных технологических систем / Левандовский С.А., Моллер А.Б., Тулупов О.Н., Баранов Н.А. // Калибровочное бюро. 2024. № 24. С. 18-27.

2. Царев М.В., Андреев Ю.С. Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования // Приборостроение. 2021. № 7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-dvoyniki-v-promyshlennosti-istoriya-razvitiya-klassifikatsiya-tehnologii-stsenarii-ispolzovaniya (дата обращения: 16.10.2023).

3. Романова О.А., Сиротин Д.В. Цифровизация производственных процессов в металлургии: тенденции и методы измерения // Известия УГГУ. 2021. № 3 (63). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-proizvodstvennyh-protsessov-v-metal-lurgii-tendentsii-i-metody-izmereniya (дата обращения: 16.10.2023).

Работа выполнена под руководством Левандовского С.А. (AuthorID: 567699)

УДК 004.946, 519.8

Левандовский С.А. (AuthorID: 567699), **Глотов И.Д.** (магистрант)

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СОРТОВОЙ ПРОКАТКИ НА СТАНЕ 450 ПАО «ММК»

На сегодняшний день цифровизация металлургических производств не менее необходимый процесс, чем любой другой, контролируемый и сопровождаемый компанией в рамках реализации своей основной деятельности. В условиях активного развития промышленных предприятий начиная с интенсивного внедрения систем автоматизации (индустрия 3.0) и до построения киберфизических производств (индустрия 4.0) применение разнообразных информационных технологий стало достаточно привычным и обыденным явлением.

В отличие от индустриализации конца 19-го начала 20-го веков современная цифровая революция индустрии 4.0 набирает обороты и охватывает различные виды деятельности значительно быстрее. Мир ближайшего будущего просматривается только через призму цифрового взаимодействия, что относится и к сложным металлургическим промышленным предприятиям. Сегодня трудно себе представить отрасль, в которой сочетаются в таком количестве множество технологий из разных инженерных направлений деятельности человека – от маркшейдерского дела и до систем обработки больших данных (BIG DATA) и нейросетевого анализа. Этот факт свидетельствует о том, что задача создания цифрового двойника (ЦД) всего промышленного металлургического предприятия является сложной задачей.

Многие предприятие металлургической отрасли Российской Федерации выбрали путь становления цифровых технологий, где одним из результатов глобальной цифровизации может стать цифровая копия всего предприятия со всеми его процессами и объектами. В этом случае даже персонал в определенной степени будет иметь форму информационного объекта со своими видами входных и выходных данных. ПАО Магнитогорский металлургический комбинат (ПАО «ММК») с этой точки зрения также не стал исключением – одна из поставленных руководством задач: поэтапное создание цифрового двойника предприятия. Другие крупные компании металлургической отрасли Российской Федерации поставили себе не менее амбициозные задачи.

Список используемых источников

1. Cost-saving reconstruction of the air-cooling line in a small-bar mill / S.Y. Sarancha, S.A. Levandovskii, A.B. Moller, D.I. Kinzin, O.N. Tulupov // Steel in Translation, 2017, № 47 (5), P. 334–338.

2. Tulupov O.N., Moller A.B., Sarancha S.Y. Increasing of long products rolling efficiency: modernization of stelmor air cooling line to obtain sorbitized wire rod // Solid State Phenomena, 2017. T265 SSP. P. 1116-1122.

3. Providing steel with an approximate application of the mechanical properties of wire rod 5.5-6.5 mm from steel grades 70-75 based on a conventional twin of the Stelmor process / A.B. Moller, O.N. Tulupov, S.A. Levandovskiy, D.A. Nazarov // CIS Iron and Steel Review, 2022, 23(1), P. 28–32.

УДК 004.946, 519.8

Левандовский С.А. (AuthorID: 567699), **Гордеев И.И.** (студент)

РАЗРАБОТКА, СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ПРОГРАММЫ-ТРЕНАЖЕРА «ЛИСТОПРОКАТНЫЙ СТАН»

Программа позволяет выполнить ряд лабораторных работ, имитирующих работу на стане.

Предоставляется возможность изучения устройства стана, его конструктивных и технологических особенностей на основе трехмерной модели с последующим формированием и выгрузкой в файл паспорта стана. Программа также позволяет провести ряд компьютерных экспериментов на модели стана для закрепления основных положений теории обработки металлов давлением.

Результаты эксперимента пользователь вносит в отчетные формы, данные можно выгрузить в текстовые документы – отчеты по лабораторным работам. Разработанное программное обеспечение предназначено для использования в образовательном процессе для закрепления практических навыков при изучении обработки металлов давлением. ТипЭВМ: IBM PC - совмест. ПК; ОС: Windows 10.

Список используемых источников

1. Левандовский С.А., Особенности создания, использования и перспективы развития цифровых двойников технологических процессов прокатного производства // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы 80-й международной научно-технической конференции. 2022. С. 227.

2. Ишметьев М.Е., Левандовский С.А. Внедрение технологии цифровых двойников в промышленность на примере стана 170 ПАО "ММК" // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции. 2021. С. 214.

УДК 004.946,519.8

Ильясов И.З. (магистрант)

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ВСЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРОЦЕССА СОРТОВОЙ ПРОКАТКИ НА СТАНЕ 170 ПАО «ММК» НА ОСНОВЕ ИМЕЮЩЕГОСЯ В МГТУ ИМ. Г.И.НОСОВА ОПЫТА

При постоянном развитии отраслей автомобилестроения, машиностроения, а также строительной индустрии происходит непрерывный рост требований к показателям, служебных свойств, экономичности, эксплуатационной надежности, качественных характеристик используемых материалов и изделий. Особое место среди них занимают высокопрочные изделия, узлы, детали, в том числе крепежные, изготавливаемые из круглого сортового проката из специальных легированных сталей эффективными производительными методами. Они, кроме соответствующего мировым требованиям высокого комплекса механических свойств: временное сопротивление до 1200-1400 Н/мм^2: предел текучести 1000-1200 Н/мм^2: относительное удлинение до 10-15 %; относительное сужение - более 55-60 %. твердость — 30-35 HRC, должны обладать предельно высокими показателями, коррозионной стойкости, эксплуатационной надежности, долговечности, при одновременном снижении металлоемкости и затрат на их изготовление. Используемый круглый горячекатаный прокат должен обладать высоким и стабильным комплексом уникального сочетания показателей прочности, пластичности, коррозионной стойкости, а также качественных характеристик, обеспечивающих ресурсосбережение при производстве проволоки.

Основными научно-техническими задачами проекта являются: комплексный анализ; теоретическая и экспериментальна оценка текущего состояния показателей; разработка оригинального математического аппарата моделирования; исследование и формирование с использованием цифрового двойника комплекса новых технологических режимов, и технических решений; расширение сортамента.

Список используемых источников

1. Структура и свойства катанки для изготовления электродов и сварочной проволоки. Бендеры: Полиграфист, 2009. – Монография – научное издание. 608 с. А.Б. Сычков, В.В. Парусов, А.М. Нестеренко, С.Ю. Жукова, М.А. Жигарев, А.В. Перчаткин, А.В. Перегудов, И.Н. Чуйко

2. Реконструкция мелкосортно-проволочного стана Белорусского металлургического завода и повышение качества катанки из высокоуглеродистых сталей / В.В. Филиппов, В.А. Тищенко, М. Жучков и др. // Производство проката, 2002. - № 7. - С. 20-26.

3. Повышение равномерности охлаждения витков катанки на роликовом транспортере современного проволочного стана / А.А. Горбанев, В.В. Филиппов, С.М. Жучков и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2002. - № 3. - С. 44-47.

Работа выполнена под руководством Левандовского С.А. (AuthorID: 567699)

УДК 004.946, 519.8

Левандовский С.А. (AuthorID: 567699), **Кинзин Д.И.** (AuthorID: 341932),
Тулупов О.Н. (AuthorID: 148035), **Моллер А.Б.** (AuthorID: 148036)

РАЗРАБОТКА, ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРОБОВАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЬНОГО СОРТОВОГО ПРОКАТА НА ОСНОВЕ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ СТРУКТУРНЫХ МАТРИЦ И ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

На сегодняшний день поставка качественного исходного материала (горячекатаного круглого проката и катанки) на метизные предприятия РФ и ближнего зарубежья осуществляется по ТУ 14-101-582-2009, однако заложенное в требованиях данного ТУ содержание пластинчатого перлита 1-2 балла оказывается недостаточным для обеспечения стабильных и надежных эксплуатационных характеристик готовой проволоки и широкого круга изделий, изготовленных из нее, а также вынуждает использовать высокозатратные промежуточные операции волочения и патентирования, что существенно удорожает продукцию, снижая ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках. Известно, что применение сорбитизированной катанки с повышенной степенью дисперсности зерна 1-2 балла (при количестве пластинчатого перлита не менее 85%) позволит исключить два передела; волочение передельной заготовки и патентирование. Таким образом, требуется обеспечение нового уровня дисперсности перлитной микроструктуры, равномерности механических свойств (не более 40 Н/мм^2 по длине витка, 50 Н/мм^2 по длине мотка, 60 Н/мм^2 по плавке) и микроструктуры по длине мотка, что позволит достичь выпуска инновационной ресурсосберегающей продукции мирового уровня, снизить издержки сквозной технологии производства и укрепить лидирующие позиции на внутреннем и внешнем рынке металлопродукции. Работа будет включать как теоретические научные исследования с помощью методов математического моделирования технологических процессов (оригинальные методики и с применением новых исследовательских комплексов), так и экспериментальные - физическое моделирование и последующее внедрение полученных решений.

Список используемых источников

1. Левандовский С.А., Особенности создания, использования и перспективы развития цифровых двойников технологических процессов прокатного производства // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы 80-й международной научно-технической конференции. 2022. С. 227.
2. Ишметьев М.Е., Левандовский С.А. Внедрение технологии цифровых двойников в промышленность на примере стана 170 ПАО "ММК" // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции. 2021. С. 214.

УДК 621.771.252

Мосабаев Р.В. (студент)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБУЕМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КАТАНКИ ИЗ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ НА ЛИНИЯХ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ СТЕЛМОР

В 2019 году завершена реконструкция линии воздушного охлаждения стана 170 ПАО "ММК" с целью достижения требований заказчика (ОАО "ММК Метиз" свойства катанки диаметров 5,5-11 мм из высокоуглеродистых марок стали с целью достижения требований заказчика (ОАО "ММК Метиз" свойства катанки диаметров 5,5-11 мм из высокоуглеродистых марок. Для решения поставленной задачи освоения технологии воздушного охлаждения сотрудниками МГТУ им. Г.И. Носова, работниками сортового цеха и специалистами НТЦ ПАО «ММК» было принято решение о создании математической модели на новом уровне (цифрового двойника – ЦД) для решения поставленного задачи.

Сортопрокатная научная школа МГТУ в рамках реализации договора с ПАО "ММК" разработала и успешно внедрила ЦД линии Стелмор стана 170.Разработанная методика испытаний дутьевых систем КВО при прокатке референтного сортамента позволит для текущего состояния КВО определить возможные режимы работы дутьевых систем, включая интенсивность работы вентилятора и угол открытия заслонок по секциям, что позволит распределить воздействие таким образом, чтобы обеспечить максимально возможную равномерность температурного поля.

Интеграция результатов применения данной методики в ЦД-170 позволит оценить необходимые технологические и конструктивные изменения в существующей линии охлаждения, чтобы обеспечивать стабильные и равномерные требуемые свойства в сорбитизированном прокате, чтобы обеспечивать стабильные и равномерные требуемые свойства в сорбитизированном прокате. Для проведения исследований в рамках учебно-научного центра МГТУ подготовлено и изучено свыше 100 микрошлифов и 150 образцов для изучения микроструктуры и механических свойств. По результатам исследования сформирована библиотека шлифов, а также физическая и электронная база исследованных образцов.

Ученые нашли способ сократить время поиска рациональных режимов для последующих актуальных профилеразмеров проката. На основании анализа данных о прокате 5,5 из стали 70 партий 6763 и 6763 и 6,5 мм из стали марки 75 партий 7474, 7465, 7466 и 7467 можно сделать вывод о том, что для предложенных опытных режимов удалось повысить содержание перлита 1-2 балла не менее чем на 5%, а также большей равномерности времен.

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., 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 // Металлургия: технологии, инновации, качество; под общ. ред. Е.В. Протопопова. 2015. С. 116-119.

Работа выполнена под руководством Левандовского С.А. (AuthorID: 567699)

УДК 621.771.252

Паркина Ю.В. (студент)

ПОТЕНЦИАЛ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМОУПРОЧНЁННОГО ПРОКАТА НА СТАНЕ 450 СОРТОВОГО ЦЕХА ПАО «ММК» И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ НА ДРУГИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Производство фасонного проката определяет качество и долговечность строительных конструкций общего и ответственного назначений. Для обеспечения комплекса механических свойств необходимо уделять внимание каждому из этапов производства проката выплавка, кристаллизация, нагрев, прокатка и охлаждение. На производстве из-за недостаточной технической оснащённости и отсутствия соответствующих технологий применяют легирование стали. Это снижает свариваемость стали и повышает себестоимость проката. В статье уделено внимание финальному этапу формирования эксплуатационных свойств проката - ускоренное водяное охлаждение после прокатки на стане.

В настоящий момент на стане 450 ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» при производстве проката из стали 09Г2С используется ванадий для микролегирования, что обеспечивает заданные технические свойства стали. Технология ускоренного охлаждения обеспечивает возможность снижения микролегирования стали 09Г2С при производстве фасонного проката с заданным комплексом свойств.

Проведенное математическое моделирование охлаждения фасонных профилей при термоупрочнении и термической обработки фасонного проката в программной среде DEFORM 3D + Heat Treatment и дальнейшее физическое моделирование для определения температурных коэффициентов конвективной теплоотдачи, выявления тенденций к упрочнению и определению его динамики позволило разработать конструкцию в виде блочной трёхсек. Применительно к предложенной конструкции линии водяного охлаждения разработаны режимы, обеспечивающие классы прочности 345 и 390 МПа для углового проката размерами от 40х40х4 до 125х125х16 мм, швеллеров от No5 до No18 и полосового проката (эквивалентной толщины).

Список используемых источников

1. Использование адаптивной структурно-матричной модели для управления качеством сортового проката с разработкой рациональных предупреждающих действий / А.Б.Моллер, Н.А.Ручинская, А.А.Зайцев, О.Н.Тулупов, А.Н.Луценко // Неделя металлов в Москве: сборник трудов конференций и семинаров. Редкол. Сивак Б.А. и др. Москва, 2007. С. 357-367.

2. Новые решения в моделировании и практике процессов сортовой прокатки на основе структурно-матричного подхода и его приложений / О.Н.Тулупов, А.Б.Моллер, М.Г.Поляков, А.В.Логинов, Ю.В.Симаков, Д.В.Колясов, С.А. Левандовский // Производство проката. 2004. №7. С. 19-26.

3. Совершенствование сортопрокатных технологических систем через развитие элементов менеджмента качества / А.Б.Моллер, С.А.Левандовский, Н.А.Ручинская, А.С.Лимарев, Ю.В.Симаков, А.В.Логинов, Д.В.Назаров, Д.В. Колясов // Труды Восьмого конгресса прокатчиков. Москва, 2010. С. 224-229.

4. Тулупов О.Н., Моллер А.Б. Эволюция методологического подхода к моделированию процессов сортовой прокатки в МГТУ им. Г.И.Носова // Сталь. 2014. №4. С. 25-34.

5. Повышение степени автоматизации сортопрокатного производства / С.Ю.Саранча, А.Б.Моллер, С.А.Левандовский, Т.Ю.Моллер // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2014. №3. С. 51-54.

Работа выполнена под руководством Левандовского С.А. (AuthorID: 567699)

УДК 004.946, 519.8

Трегубов Д.А. (студент)

ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ (VR), ДОПОЛНЕННОЙ (AR) И СМЕШАННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МЕТАЛЛУРГИИ И ОБУЧЕНИЯ

В последние десятилетия технологии виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) стремительно развиваются и становятся всё более распространёнными. Их широкое применение способствует повышению доступности этих технологий. Рассмотрим основные области, где они находят применение в металлургии и обучении технических специалистов.

Следует выделить несколько ключевых направлений использования данных технологий в металлургической отрасли:

- подготовка специалистов до начала их трудовой деятельности на предприятии,
- обучение специалистов непосредственно на рабочих местах с углубленным погружением в производственные технологии,
- переподготовка или повышение квалификации, которое может проводиться как в непосредственной близости к технологическому процессу, так и без этого.

Визуализация множества технологических процессов с различной степенью детализации для решения разнообразных задач, включая BIM-решения и промышленный туризм.

Специфические области применения, такие как дистанционное сопровождение и профессиональный консалтинг. Следует подчеркнуть значительные различия между этими технологиями: виртуальная реальность (VR) полностью заменяет реальность на её виртуальный аналог, в то время как дополненная реальность (AR) дополняет существующую реальность новыми данными и возможностями взаимодействия.

В 2023-2024 годах ожидается появление на рынке массового потребления комбинированных решений в сфере смешанной реальности (MX), которые объединяют преимущества виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR). Реализация таких решений требует более совершенных и современных технологий в области информационных технологий, включая обработку больших данных, активное использование крупных кластеров нейросетевого анализа, а также внедрение нейропроцессорных технологий в актуальную электронику и другие смежные области. Всё это безусловно займёт своё место и в металлургической отрасли.

Список используемых источников

1. Левандовский С.А., Особенности создания, использования и перспективы развития цифровых двойников технологических процессов прокатного производства // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы 80-й международной научно-технической конференции. 2022. С. 227. EDN: VGMNKI

2. Ишметьев М.Е., Левандовский С.А. Внедрение технологии цифровых двойников в промышленность на примере стана 170 ПАО "ММК" // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции. 2021. С. 214. EDN: ZTJGUO

Работа выполнена под руководством Левандовского С.А., (AuthorID: 567699)

УДК 621.778

Столяров А.Ю. (AuthorID: 992039), **Мелихов Е.Д.** (AuthorID: 1278223)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ ПРОВОЛОКИ В УСЛОВИЯХ ОАО «ММК-МЕТИЗ»

Низкоуглеродистая арматурная проволока, как у нас в стране, так и за рубежом, имеет широкое применение в качестве закладной арматуры при изготовлении различных железобетонных конструкций. Магнитогорский метизно-металлургический завод еще в советское время являлся основным производителем в стране такой проволоки. Было освоено массовое производство низкоуглеродистой арматурной проволоки Вр-1, а также проволоки Вр-500 и Вр-600 с четырехсторонним профилем по ТУ. 14-170-217-94.

В настоящее время ОАО «ММК-МЕТИЗ» дополнительно освоил производство проволоки Вр-500 с трехсторонним профилем и проволоки по технологии «STRECHTING». При производстве проволоки используются современные модульные технологические процессы.

Для повышения эффективности производства арматурной проволоки необходимо, во-первых, повысить качество катанки и снизить её стоимость, для чего нужно улучшить химсостав и структуру металла, повысить точность геометрических размеров катанки. Прежде всего это необходимо для заготовки по технологии «STRECHTING».

Во-вторых, необходимо снизить стоимость передела готовой проволоки, расширить её сортамент по форме профиля и типоразмерам, снизить металлоёмкость и перейти на поставки по теоретической массе. При производстве проволоки необходимо использовать катанку высокой степени технологической готовности, комбинированные и модульные способы деформации, высокоскоростное оборудование.

В-третьих, для получения заготовки с ультрамелкой структурой, обеспечивающей значительные повышения механических свойств проволоки, необходимо использовать плоскую заготовку. Её можно получить путём продольной резки холодно- или горячекатаного листа, полученного асимметричной прокаткой. Это так же значительно снизит стоимость готовой проволоки. Более приемлемым сегодняшнему метизному переделу является способ холодной или горячей асимметричной прокатки классической катанки в плоскую или круглую заготовку в гладких или калиброванных валках на министанах, установленных в линии волочильных машин или на специальных участках прокатки.

Список используемых источников

1. Мелихов, Е. Д. Направление совершенствования технологических процессов производства низкоуглеродистой арматурной проволоки в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» / Е. Д. Мелихов, В. А. Харитонов, А. Ю. Столяров // 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. 249. – EDN FABIGM.

Работа выполнена под руководством Песина А.М (AuthorID: 730440)

УДК 621.771

Румянцев М.И. (Author ID: 423777), **Васильева М.Б.** (студент)

КОНЦЕПЦИЯ ИНЖИНИРИНГА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДНОКАТАНОЙ ЛИСТОВОЙ СТАЛИ

В современных условиях динамично усиливается тенденция к расширению производства холоднокатаного листового проката и, в том числе, с уникальными сочетаниями служебных свойств (из сталей HS IF, HSLA, DP, TRIP) [1]. Сложность освоения выпуска подобной продукции состоит в том, что специфические для каждого предприятия характеристики исходного сырья, сталеплавильных агрегатов и оборудования прокатных цехов приводят к необходимости адаптировать известную информацию к особенностям конкретной технологической системы или даже синтезировать новые технологические решения. В указанных обстоятельствах важное значение приобретают интеллектуальные производственные технологии, особенностью которых является принятие решений по целесообразному управлению, основанных на знаниях.

Целесообразное управление технологией должно обеспечить получение проката заданного качества в требуемом количестве при рациональном расходе ресурсов. Оперативность инжиниринга и минимизация издержек при осуществлении технологий будут достигнуты использованием методологии и средств автоматизированного проектирования режимов прокатки [2], дополненных методами предиктивной аналитики, базирующейся на апробированных моделях прокатки [3-5], а также на статистическом подходе к прогнозированию свойств проката и оцениванию результативности технологии [6].

Список используемых источников

1. Гугис, Н. Н. Развитие прокатного производства в Российской Федерации в 2022-2023 годах / Н. Н. Гугис // Черные металлы. – 2024. – № 8. – С. 4-14. – EDN GEGPUT.

2. Румянцев, М. И. Опыт развития и применения автоматизированного проектирования режимов горячей и холодной прокатки листовой стали разнообразного назначения на станах различных типов / М. И. Румянцев // Труды IX Конгресса прокатчиков, Череповец, 16–18 апреля 2013 года. Том 2. – Череповец: ОАО "Черметинформация", 2013. – С. 43-54. – EDN SFWXQP.

3. Rumyantsev, M. I. Generalized algorithm aided design modes of rolling and its application for developing technology of PLTCM 2000 / M. I. Rumyantsev // CIS Iron and Steel Review. – 2014. – Vol. 9. – P. 40-44. – EDN WWEWQD.Rumyantsev, M. I. Development and improvement of technologies for production of mild-steel sheet / M. I. Rumyantsev, A. N. Zavalishin, V. L. Kornilov // Черные металлы. – 2018. – No. 12. – P. 10-15. – EDN YUSMOT.

4. Особенности режима холодной прокатки на двухклетевом реверсивном стане конкурентоспособной продукции / М. И. Румянцев, А. Н. Завалищин, А. Н. Долганов, К. Р. Ахмадиев // Теория и технология металлургического производства. – 2024. – № 2(49). – С. 40-48. – EDN DPKAOK.

5. Ахмадиев, К. Р. Актуальные вопросы совершенствования технологии производства ленты в условиях ЛПЦ-8 ПАО «ММК» / К. Р. Ахмадиев, М. И. Румянцев, А. Н. Завалищин // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2023. – Т. 14, № 1. – С. 29-32. – EDN VZCNQK.

УДК 621.771

Румянцев М.И. (AuthorID: 423777), **Завалищин А.Н.** (Author ID: 323391),
Зотов Д.А. (студент)

РАЗВИТИЕ МОДЕЛИ УПРОЧНЯЮЩЕГО ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ ИНЖИНИРИНГА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЛИСТОВ

Уникальные сочетания свойств крупногабаритных листов достигаются применением технологических стратегий (совокупностей значений ключевых контрольных характеристик сырья и взаимосвязанных технологических процессов), которые реализуют концепции управления фазовым составом и микроструктурой стали в промышленных условиях. В указанных обстоятельствах возрастает актуальность интеллектуальных производственных технологийи, особенностью которых является принятие решений по целесообразному управлению, основанных на знаниях. [1]. Важной частью современных технологий производства крупногабаритных листов с уникальным сочетанием служебных свойств является процесс упрочняющего охлаждения металла водой в установках ускоренного контролируемого охлаждения [2].

Ранее, для расчета изменений температуры полосового проката в результате теплообмена с охлаждающей водой, успешно использовали формулу, полученную из закона Ньютона-Рихмана и дополненную коэффициентами массивности и несимметричности условий охлаждения [3]. Для моделирования охлаждения толстых листов применили обобщенное значение коэффициента теплопередачи, учитывающее теплопроводность металла, парообразование и конвективный теплообмен с паром. Также удельный вес стали, теплоемкость и теплопроводность рассматривали не в виде усредненных значений, а как функции температуры [4].

На текущем этапе развития модели опробовали различные зависимости теплофизических свойств стали от температуры и химического состава. Разработали методику обоснования температур начала и окончания охлаждения относительно температур начала и окончания фазовых превращений.

Список используемых источников

1. Румянцев, М. И. Концепция инжиниринга интеллектуальных технологий производства крупногабаритных листов / М. И. Румянцев, А. Н. Завалищин, Д. А. Кузьмин // 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. 235. – EDN RWBRFA.

2. Чикишев, Д. Н. Современные концепции получения проката из экономнолегированных трубных сталей : учебное пособие / Д. Н. Чикишев. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2023. – 94 с. – ISBN 978-5-9967-2772-8. – EDN SLWDEY.

3. Салганик, В. М. Выбор режимов охлаждения на отводящем рольганге ШСГП для сталей с различным содержанием углерода / В. М. Салганик, М. И. Румянцев, Г. А. Завалищин // Моделирование и развитие процессов ОМД. – 2006. – № 1. – С. 70-76. – EDN QLJGQV.

4. Моделирование процесса прокатки и охлаждения на толстолистовом стане для оценки концептуальных проектных технических и технологических решений в условиях неопределенности основных параметров оборудования / Д. Е. Малаховский, М. И. Румянцев, И. Г. Шубин [и др.] // Производство проката. – 2009. – № 7. – С. 24-31. – EDN KZVAGH.

УДК 621.771

Румянцев М.И. (Author ID: 423777), **Мамадилов В.Д.** (студент)

НЕКОТОРЫЕ ЧАСТНЫЕ РЕШЕНИЯ ИНЖИНИРИНГА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЛИСТОВ

Особенностью интеллектуальных технологий является принятие решений по целесообразному управлению, основанных на знаниях. Поэтому при инжиниринге интеллектуальных технологий необходимо применять соотношения, адаптирующие известную информацию к актуальным особенностям конкретной технологической системы в каждый конкретный момент времени. В докладе представлены некоторые из таких соотношений, разработанные в рамках концепция инжиниринга интеллектуальных технологий производства крупногабаритных листов [1].

Представлены уточненные, технически обоснованные зависимости для выбора рациональных значений коэффициента обжатия в первом черновом и в последнем чистовом проходах. Получено уравнение для расчета уширения в зависимости от обжатия по толщине с учетом высоты и ширины очага деформации, что упрощает синтез первого приближения стратегии обжатий [2]:

$$\Delta b = 10{,}05 \cdot \eta \cdot \left(l_x / h_{\text{ср}}\right)^{0{,}211} \cdot (b_0 / l_x)^{-0{,}453} ,$$

где $\eta = h_0 / h_1$ – коэффициент обжатия за проход; h_0, h_1 и $h_{\text{ср}}$ – начальное, конечное и среднее значения толщины в очаге деформации; l_x – длина очага деформации; b_0 – ширина раската перед проходом.

На основании результатов действующего производства установлены значения коэффициента потерь металла в окалину за время нагрева и прокатки на заданную толщину, которые, преимущественно, находятся в пределах от 1,028 до 1,043. Получена статистическая зависимость коэффициента потерь металла в окалину от химического состава стали и условий прокатки, которая позволяет повысить точность расчета необходимой массы сляба.

Назначение обоснованных обжатий, учет уширения и повышение точности расчета массы сляба создают предпосылки для снижения расход металла в обрезь при раскрое необрезанного раската на листы заданных размеров.

Список используемых источников

1.Румянцев, М. И. Концепция инжиниринга интеллектуальных технологий производства крупногабаритных листов / М. И. Румянцев, А. Н. Завалищин, Д. А. Кузьмин // 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. 235. – EDN RWBRFA.

2.Румянцев, М. И. Деформационный режим прокатки на толстолистовом стане и его влияние на размеры необрезанного раската / М. И. Румянцев, А. Н. Завалищин, В. Д. Мамадилов // Технологии металлургии, машиностроения и материалообработки. – 2023. – № 22. – С. 108-116. – EDN RFADTT.

УДК 621.771.016

Бирюкова О.Д. (AuthorID: 860916), **Носов Л.В.** (AuthorID: 1010580),
Барышникова А.М. (AuthorID: 1018171), **Ребренцева П.В.** (ученик),
Лактионов А.А. (ученик), **Чернов А.А.** (ученик)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ ЛИСТОВ ИЗ СТАЛИ 20*

С учетом современных тенденций в трубной промышленности [1] и строительной отрасли, требования к комплексу свойств сталей (например, сочетанию прочности, пластичности и вязкости), становятся все более строгими. Известно, что использование кинематической асимметрии в процессе обработки материалов существенно влияет на механические [2] и технологические свойства, а также на микроструктуру металлов и сплавов. Это, в свою очередь, позволяет разрабатывать технологии, гарантирующие соответствие указанным требованиям.

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния отношений скоростей валков при горячей прокатке на возможность измельчения зерна в микроструктуре стали 20.

Исследования проводились в лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жиляева» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» на лабораторно-промышленном стане 400 асимметричной прокатки. Указанное оборудование признанно уникальной научной установкой, благодаря возможности варьировать отношение скоростей рабочих валков в широком диапазоне (V_1/V_2 = 1…10). В рамках исследования были выполнены эксперименты по горячей прокатке образцов из конструкционной углеродистой качественной стали 20 размером 5×50×125 мм. Начальная температура образцов перед прокаткой – 950° С. Значения относительных обжатий составили от 61,7 % до 69,8 % при коэффициентах асимметрии от 1 до 1,6.

На полученных в результате асимметричной прокатки образцах проведен микроструктурный анализ с применением электронного микроскопа. Выявлены закономерности измельчения зерна в микроструктуре стали 20: установлено, что при увеличении отношения скоростей валков уменьшается средний размер зерна. Показано, что при V_1/V_2 = 1,6 средний размер зерна составляет 2,78 мкм, что соответствует 14 баллу зерна по ASTM E1382.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-20026, https://rscf.ru/project/24-19-20026/*

Список используемых источников

1. Разработка цифровой модели оценки выполнения производственных программ и фонда рабочего времени в условиях трубопрокатных цехов / Д. Н. Лысов, Я. И. Космацкий, Н. В. Горбунов [и др.] // Сталь. – 2023. – № 4. – С. 42-45.

2. Формирование ультрамелкозернистой структуры стали 08Ю при асимметричной прокатке с рассогласованием скоростей рабочих валков / Н. В. Копцева, Ю. Ю. Ефимова, А. М. Песин [и др.] // Технологии металлургии, машиностроения и материалообработки. – 2022. – № 21. – С. 83-92.

Работа выполнена под научным руководством проф., д.т.н. Песина А.М. (AuthorID: 406858)

УДК 621.771

Песин А.М. (AuthorID: 406858), **Локотунина Н.М.** (AuthorID: 369899),
Песин И.А. (AuthorID: 730440), **Бирюкова О.Д.** (AuthorID: 860916),
Сверчков А.И. (AuthorID: 1167123**)**

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ АСИММЕТРИЧНОЙ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ЛЕНТЫ ИЗ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ МАРОК СТАЛЕЙ ДЛЯ ИСКЛЮЧЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ОТЖИГА*

В настоящее время основная задача развития черной металлургии заключается в улучшении качества и увеличении выпуска эффективных видов металлопродукции, в первую очередь холоднокатаного проката. В связи с этим выявление и реализация имеющихся резервов повышения качества проката и экономии затрат на его производство относятся к числу наиболее важных задач современного металлургического предприятия.

Одним из перспективных направлений в обработке металлов давлением является использование асимметрии в процессе прокатки, в частности, в тонколистовой [1-3]. В данном случае подразумевается наличие в очаге деформации одного из условий: неравенства геометрических, кинематических, силовых, фрикционных или других параметров относительно вертикальной или горизонтальной плоскости [1].

Технологический процесс производства холоднокатаной ленты из высокоуглеродистых марок сталей типа 65Г, 60, 70 и т.п. толщиной 0,5-1,5 мм на непрерывных станах холодной прокатки состоит из 2-3 операционных циклов «холодная прокатка-промежуточный отжиг». Это связано с одной стороны со значительным упрочнением данных сталей при холодной прокатке, а с другой стороны с наличием ограничений работы прокатного оборудования по энергосиловым характеристикам.

Асимметричная прокатка (с использованием фактора рассогласования скоростей рабочих валков) может быть использована с целью снижения силы прокатки, увеличения технологической пластичности металлопроката и, как следствие, получения более тонкой ленты без использования промежуточных отжигов.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-20026, https://rscf.ru/project/24-19-20026/*

Список используемых источников

1. Vincze, G. Asymmetrical rolling of aluminum alloys and steels: A review / G. Vincze, M. Butuc, F. Simões // Metals. – 2020. – Vol. 10, No. 9. – P. 1-24. – DOI 10.3390/met10091126.

2. Pustovoytov, D. Asymmetric (Hot, warm, cold, cryo) rolling of light alloys: A review / D. Pustovoytov, A. Pesin, P. Tandon // Metals. – 2021. – Vol. 11, No. 6. – DOI 10.3390/met11060956.

3. Special rolling techniques for improvement of mechanical properties of ultrafine-grained metal sheets: A review / H. L. Yu, C. Lu, A. K. Tieu [et al.] // Advanced Engineering Materials. – 2016. – Vol. 18, No. 5. – P. 754-769. – DOI 10.1002/adem.201500369.

УДК 621.771.016

Бирюкова О.Д. (AuthorID: 860916), **Могильных А.Е.** (AuthorID: 701879),
Комкова Д.А. (AuthorID: 998892), **Мазов А.В**. (студент),
Бахчеев А.Д. (магистрант), **Бирюков М.А.** (аспирант)

ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЫ В ЛИСТОВЫХ СЛОИСТЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ КОМПОЗИТАХ ПРИ АСИММЕТРИЧНОЙ АККУМУЛИРУЮЩЕЙ ПРОКАТКЕ*

Слоистые материалы, как правило, обладают более высокими прочностными характеристиками и коррозионной стойкостью по сравнению с однослойными [1]. Листовые слоистые композиты могут быть изготовлены из различных металлов и сплавов, например, известны соединения, состоящие из алюминия и стали, или из титана и никеля [2]. В последние годы коллективом лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жиляева» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» широко исследуются листовые слоистые алюминиевые композиты, состоящие из алюминиевых сплавов нескольких серий (в том числе 1ххх, 2ххх, 5ххх, 6ххх). Основная тенденция на сегодняшний день – исследование микроструктуры композитов, в связи с чем цель работы состояла в разработке режимов асимметричной аккумулирующей прокатки для листовых слоистых алюминиевых композитов 5ххх/1ххх и 5ххх/2ххх серий с возможностью получения ультрамелкозернистой структуры. В качестве основного оборудования был задействован стан 400 асимметричной прокатки, являющийся уникальной научной установкой. Начальные и граничные условия включали в себя определение сочетания сплавов в листовом композите, размеров заготовок (1×50×100 мм или 2×50×100 мм в зависимости от вида алюминиевого сплава), температур перед прокаткой (от 200° С до 400° С), условий трения (без смазки), относительных обжатий (от 40 % до 75 %), отношений скоростей валков (от $V_1/V_2 = 1$ до $V_1/V_2 = 5$) и т.д.

В результате асимметричной аккумулирующей прокатки был получен ряд образцов, направленных на микроструктурный анализ в ФГБУН «ИФМ им. М.Н. Михеева УрО РАН». Выявлено, что для получения ультрамелкозернистого состояния необходимо проводить минимально два цикла асимметричной аккумулирующей прокатки. Необходимо учитывать разницу в формировании зерен в различных слоях листовых композитов. Показано, что размер зерна в сплаве 2ххх серии составляет около 1 мкм за исключением интерметаллических включений на примере листового слоистого алюминиевого композита 5ххх/2ххх).

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-30015, https://rscf.ru/project/23-79-30015/*

Список используемых источников

1. Салихянов, Д. Р. Исследование напряженно-деформированного состояния на границе между материалами при прокатке слоистого композита / Д. Р. Салихянов // Черные металлы. – 2023. – № 9. – С. 34-39. – DOI 10.17580/chm.2023.09.06.

2. Исследование влияния параметров процесса сварки прокаткой стального (08Ю) и алюминиевого (сплав 6ххх) листов / А. М. Песин, Д. О. Пустовойтов, О. Д. Бирюкова [и др.] // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы 80-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 18–22 апреля 2022 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. – С. 226.

Работа выполнена под научным руководством Песина А.М. (AuthorID:406858)

УДК 621.771.016

Песин А.М. (AuthorID: 406858), **Пустовойтов Д.О.** (AuthorID: 610597), **Барышникова А.М.** (AuthorID: 1018171), **Могильных А.Е.** (AuthorID: 701879), **Никитина М.А.** (AuthorID: 1241068)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ ПОСЛЕ ХОЛОДНОЙ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ*

Низкоуглеродистая сталь, в настоящее время является наиболее распространённым видом конструкционного материала, поскольку её цена относительно низкая, и в то же время при правильной обработке, она может обладать достаточно высоким комплексом механических свойств. Для настоящего исследования были выбраны низкоуглеродистые стали 08пс, 20 и конструкционная качественная сталь 08Ю легированная алюминием. Прокатку образцов низкоуглеродистых сталей осуществляли на уникальной научной установке – стане 400 асимметричной прокатки лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жиляева» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова». Основная особенность стана заключается в том, что привод рабочих валков индивидуальный с возможностью работы в симметричном и асимметричном режимах. Мощность лавного привода стана составляет 2·75 кВт, крутящие моменты – 2·65 кН·м, усилие прокатки – 2500 кН [1].

Прокатка осуществлялась в двух режимах – симметричном, когда скорости вращения рабочих валков одинаковы и асимметричном с коэффициентом рассогласования скоростей рабочих валков равному 5. Количество проходов для каждого образца – 1. Прокатка осуществлялась при комнатной температуре. Обработка образцов низкоуглеродистых сталей велась без использования смазки, то есть на сухих валках. Результаты экспериментов показали, что асимметричная прокатка сталей 08пс, 20, 08Ю с коэффициентом рассогласования скоростей рабочих валков равному 5 привела к одновременному снижению усилия прокатки и увеличению относительного обжатия.

При традиционной симметричной прокатке низкоуглеродистых сталей 08пс, 20, 08Ю формируется структура характерная для холоднокатаной тонколистовой стали, с зернами, вытянутыми в направлении прокатки.

При прокатке данных низкоуглеродистых сталей в асимметричном режиме с коэффициентом рассогласования скоростей рабочих валков равных 5 формируется мелкозернистая градиентная структура с размером зерна от 1 мкм до 200 нм.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-20026, https://rscf.ru/project/24-19-20026/*

Список используемых источников

1. Возможности стана 400 асимметричной прокатки и роботизированного комплекса Kuka 160 / А.М. Песин, Д.О. Пустовойтов, М.П. Барышников, О.Д. Бирюкова, А.Е. Кожемякина, Л.В. Носов, Д.В. Грачев // Механическое оборудование металлургических заводов. 2021. №1 (16). С. 9-13.

УДК 621.771.8

Овсянников Б.В. (AuthorID: 636319), **Замараев В.А.** (AuthorID: 1230371), **Яковлев С.И.** (AuthorID: 1228103), **Пустовойтов Д.О.** (AuthorID: 610597), **Песин И.А.** (AuthorID: 730440), **Носов Л.В.** (AuthorID: 1010580)

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЧЕРНОВОЙ И ЧИСТОВОЙ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ АЛЮМИНИЙ-ЛИТИЕВОГО СПЛАВА 1441 МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ: НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ И ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ*

Актуальность исследования обусловлена необходимостью совершенствования технологии горячей прокатки алюминий-литиевых сплавов, применяемых в авиастроении и других высокотехнологичных отраслях. Оптимизация параметров прокатки позволяет повысить качество продукции, снизить энергозатраты и увеличить ресурс оборудования.

Целью работы является определение рациональных технологических параметров процессов черновой и чистовой горячей прокатки алюминий-литиевого сплава 1441 в условиях ОАО «КУМЗ» на основе численного моделирования методом конечных элементов в программном комплексе QForm [1]. Для решения поставленной задачи проведена аппроксимация экспериментальных кривых сопротивления деформации сплава 1441 в интервале температур горячей прокатки (250–450 °С) по результатам испытаний на кручение [2]. Далее выполнено 2D и 3D моделирование двух схем черновой прокатки: базовой схемы №1, при которой планшеты из чистого алюминия укладывались на верхнюю и нижнюю поверхности сляба, а приварка планшетов и раскатка осуществлялись за 4 и 4 прохода соответственно, и новой схемы №2, где планшеты размещались в предварительно сформированные углубления на поверхности сляба, что позволило сократить процесс приварки до 1 прохода и раскатки на ширину до 3 проходов.

Результаты численного моделирования показали, что применение новой схемы №2 позволяет снизить общее количество черновых проходов с 19 до 15, предотвратить выдавливание планшетов при высоких абсолютных обжатиях, использовать планшеты меньшей толщины (10 мм вместо 15 мм), улучшить тепловое состояние прокатываемого материала за счет повышения температуры перед чистовой прокаткой на ≈30 °С (с ≈340 до ≈370 °С), а также уменьшить вероятность образования трещин при чистовой прокатке благодаря увеличению пластичности металла [1,2].

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-30015, https://rscf.ru/project/23-79-30015/*

Список используемых источников

1. Pustovoytov, D. Asymmetric (Hot, warm, cold, cryo) rolling of light alloys: A review / D. Pustovoytov, A. Pesin, P. Tandon // Metals. – 2021. – Vol. 11, No. 6. – DOI 10.3390/met11060956. – EDN QPZZYU.

2. Recent development of superplasticity in aluminum alloys: A review / L. Bhatta, H. Yu, A. Pesin [et al.] // Metals. – 2020. – Vol. 10, No. 1. – P. 77. – DOI 10.3390/met10010077. – EDN DZDZLE.

Работа выполнена под научным руководством проф., д.т.н. Песина А.М. (AuthorID: 406858)

УДК 621.771.8

Овсянников Б.В. (AuthorID: 636319), **Замараев В.А.** (AuthorID: 1230371), **Яковлев С.И.** (AuthorID: 1228103), **Пустовойтов Д.О**. (AuthorID: 610597), **Песин И.А.** (AuthorID: 730440), **Носов Л.В.** (AuthorID: 1010580)

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИМЕНИМОСТИ НОВОЙ СХЕМЫ ПЛАКИРОВАНИЯ СЛИТКОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НА ПРОМЫШЛЕННО-ЛАБОРАТОРНОМ СТАНЕ 400*

Плакирование слитков из алюминиевых сплавов улучшает коррозионную защиту и качество поверхности [1]. В традиционной схеме планшеты привариваются за 4 прохода, затем раскатываются еще за 4, что увеличивает паузы и снижает температуру. Это повышает риск появления дефектов, таких как прикромочные трещины и отрывы плакирующего слоя. Поэтому актуальна разработка и экспериментальное исследование новой схемы плакирования, позволяющей сократить количество прокатных проходов и повысить качество соединения плакирующего слоя со слитком [1].

Цель работы – исследование новой схемы плакирования слитков сплава 1441 и/или Д16 для сокращения прокатных проходов и пауз.

Эксперименты на стане 400 показали, что фрезерованные углубления улучшили фиксацию и приварку планшетов. Сравнивались слитки без ограничительных выступов, с двумя и с четырьмя ограничительными выступами. Приварка планшетов осуществлялась аргонодуговой сваркой, а прокатка выполнялась при температурах 450-460°С. Применение новой схемы сократило прокатные проходы с 8 до 4, что уменьшило время прокатки и теплопотери. Средняя температура на чистовой стадии прокатки повысилась не менее чем на 30°С, снижая риск прикромочных трещин [2]. В первом проходе были волнообразные отрывы, но их амплитуда была ниже, а со второго – исчезали. Наилучшие результаты показали слитки с двумя и четырьмя ограничительными выступами: планшеты приваривались быстрее, амплитуда отрывов в первом проходе была минимальной, а стабилизация происходила ко второму проходу. Поскольку различия между схемами минимальны, целесообразно использовать слитки с двумя выступами для упрощения технологии.

Результаты подтверждают применимость новой схемы для сокращения проходов и улучшения соединения слоя. Для внедрения на черновой клети «Кварто 4600» ПАО «КУМЗ» требуется исследование влияния масштабного фактора. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации режимов горячей прокатки алюминиевых сплавов и подготовки заявки на изобретение.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-30015, https://rscf.ru/project/23-79-30015/*

Список используемых источников

1. Pustovoytov, D. Asymmetric (Hot, warm, cold, cryo) rolling of light alloys: A review / D. Pustovoytov, A. Pesin, P. Tandon // Metals. – 2021. – Vol. 11, No. 6. – DOI 10.3390/met11060956. – EDN QPZZYU.

2. Recent development of superplasticity in aluminum alloys: A review / L. Bhatta, H. Yu, A. Pesin [et al.] // Metals. – 2020. – Vol. 10, No. 1. – P. 77. – DOI 10.3390/met10010077. – EDN DZDZLE.

Работа выполнена под научным руководством Песина А.М. (AuthorID: 406858)

УДК 669.715

Песин А.М. (AuthorID: 406858), **Никитина М.А.** (AuthorID: 1241068), **Барышникова А.М.** (AuthorID: 1018171), **Сверчков А.И.** (AuthorID: 1167123), **Бахчеев А.Д.** (магистрант)

АСИММЕТРИЧНАЯ ПРОКАТКА ДЕФОРМИРУЕМОГО АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА МАРКИ 1580*

В настоящее время одной из тенденций развития алюминиевых сплавов 5XXX серии является введение добавок скандия для увеличения прочностных характеристик без увеличения плотности. Алюминиевый термически неупрояемый деформируемый сплав 1580 содержит 0,1% скандия. Высокая цена скандия сильно сказывается на стоимости полуфабрикатов и ограничивает применения сплавов со скандием в различных отраслях промышленности.

Одним из методов снижения стоимости производства полуфабрикатов из сплава 1580 является замена классической симметричной прокатки на ассиметричную. Асимметричная прокатка позволяет получить более мелкодисперсную структуру за счёт того, что при ней в металле одновременно возникают высокие деформации сжатия и сдвига. Это происходит благодаря противоположно направленным силам контактного трения, которые действуют на заготовку со стороны верхнего и нижнего валков, вращающихся с различными окружными скоростями или имеющих разный диаметр [1]. Сдвиговые деформации характеризуются тангенсом макроскопического угла наклона слоёв металла в вертикальной плоскости. Таким образом, реализация высоких сдвиговых деформаций является определяющим фактором при разработке процесса асимметричной прокатки для получения ультрамелкозернистой структуры. При этом сдвиговая составляющая оказывает значительное влияние на величину истинной деформации.

В результате за один проход можно дать более высокое обжатие, чем при классической симметричной прокатке. Асимметричная прокатка позволяет сократить количество проходов, тем самым сделать производство полуфабрикатов быстрее и дешевле.

Катаные полуфабрикаты толщиной 6 мм изготавливались по стандартной технологии, а также с применением асимметрии на уникальном лабораторно-промышленном стане ДУО 400 лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А. П. Жиляева МГТУ им. Г. И. Носова».

Асимметричная прокатка проводилась на последних проходах горячей прокатки и имитировалась прокатка в чистовой клети. Коэффициент асимметрии варьировался от 1,1 до 1,6 с интервалом 0,1 для определения оптимального коэффициента асимметрии. Скорость нижнего валка была постоянной 10 об/мин, скорость верхнего волка изменялась, для обеспечения коэффициентов асимметрии.

Основными ограничивающими параметрами были отсутствие захвата и состояние кромки. Прокатка с коэффициентом асимметрии свыше 1,6 оказалась невозможной.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-30015, https://rscf.ru/project/23-79-30015/*

Список используемых источников

1. Песин А. М. 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. – EDN VRLGVM.

УДК 669

Корнилов Г.П. (AuthorID: 493391), **Локотунина Н.М.** (AuthorID: 369899),
Бирюков М.А. (аспирант), **Лукьянов Е.Д.** (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТНОЙ АСИММЕТРИИ НА ПАРАМЕТРЫ ПРОКАТКИ В ЧЕТЫРЕХВАЛКОВОМ КАЛИБРЕ*

В связи с быстрым развитием техники постоянно возрастает потребность в металлопрокате с повышенными механическими свойствами. В последнее время большое значение уделяется методам интенсивной пластической деформации, дающим возможность получения более мелкозернистой структуры металла и, как следствие, повышения его механических свойств. В качестве метода интенсивной пластической деформации можно рассматривать асимметричную прокатку [1].

С другой стороны, одним из перспективных направлений в прокатном производстве является применение многовалковых калибров [2]. Однако известные технологии прокатки в многовалковых калибрах разработаны для симметричной прокатки и не позволяют в современных условиях получать требуемый уровень механических свойств. Поэтому в работе рассматривается вариант использования асимметричной прокатки в многовалковых калибрах на примере четырехвалкового калибра с целью получения более мелкозернистой структуры, и следовательно, повышенных механических свойств металла.

Целью работы являлось изучение влияния скоростной асимметрии валков на характеристики процесса деформации в многовалковом калибре. В рамках исследования проведено моделирование процесса асимметричной прокатки в четырехвалковом калибре. Выполнен анализ влияния отношения окружных скоростей валков, температуры, размеров заготовки и ее предварительной степени деформации на основные параметры процесса прокатки.

Результаты исследования доказывают эффективность использования асимметричной прокатки в четырехвалковом калибре по сравнению с симметричной. Использование процесса асимметричной прокатки позволило улучшить механические свойства металла за счет получения более мелкозернистой структуры.

**Исследование выполнено за счет гранта 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. Поляков, М.Г. Деформация металла в многовалковых калибрах / М.Г. Поляков, Б.А. Никифоров, Г.С. Гун. М.: Металлургия, 1979. – 240 с. – EDN TITTXV.

УДК 621.771

Локотунина Н.М. (AuthorID: 369899), **Рашевский К.А.** (магистрант)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ГОРЯЧЕЙ-ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АСИММЕТРИЧНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ*

При производстве низкоуглеродистых сталей металл быстро упрочняется, что делает дальнейшую деформацию невозможной без дополнительной термической обработки. Это серьезно ограничивает суммарное обжатие за один проход на непрерывном стане холодной прокатки. Таким образом, при заданной толщине готовой холоднокатаной полосы становится ограниченной и толщина подката.

В данной работе исследуется возможность значительного повышения технологической пластичности, что позволяет увеличить суммарное обжатие. Если рассматривать технологическую систему «горячая-холодная прокатка» как единое целое, то увеличение толщины подката для холодного деформирования приводит к росту производительности широкополосного стана горячей прокатки.

Традиционный симметричный режим холодного деформирования предлагает прокатку на 5-клетевом стане. Первые четыре клети используются для достижения необходимой толщины с обжатием порядка 25-28% на каждой клети. Пятая клеть предназначена для нанесения шероховатости на поверхность полосы и обеспечивает незначительное обжатие в пределах 3-5%. Агрегат производит холоднокатаную полосу из стали марки 08пс толщиной 1,5 мм из подката толщиной 5 мм. Исследования проводились на лабораторно-промышленном прокатном стане ДУО 400 лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А. П. Жиляева МГТУ им. Г. И. Носова» [1].

В рамках работы изучалось влияние ассиметричного деформирования на увеличение суммарного обжатия горячекатаного подката толщиной 5мм, что позволяет достичь меньшей конечной толщины за счет использования асимметрии. В отличие от традиционной прокатки, образцы, обработанные методом асимметричного деформирования, достигли большего суммарного обжатия. В результате удалось получить конечную толщину 0,7-0,8 мм из подката толщиной 5 мм. Для сравнения, при традиционной прокатке такая толщина достигается только из горячекатаного подката толщиной максимум 3,9 мм.

Таким образом, внедрение технологии асимметричного деформирования вместо традиционного режима позволит повысить производительность станов горячей прокатки.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-20026, https://rscf.ru/project/24-19-20026/*

Список использованных источников

1. Возможности стана 400 асимметричной прокатки и роботизированного комплекса KUKA 160 / А. М. Песин, Д. О. Пустовойтов, М. П. Барышников, О. Д. Бирюкова, А. Е. Кожемякина, Л. В. Носов, Д. В. Грачев. ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» г. Магнитогорск, Россия.

Работа выполнена под научным руководством Корнилова Г.П. (AuthorID: 493391)

УДК 621.771.016

Корнилов Г.П. (AuthorID: 493391), **Могильных А.Е.** (AuthorID: 701879),
Бирюков М.А. (аспирант), **Бахчеев А.Д.** (магистрант),
Цатурянц М.С. (соискатель)

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДНОКАТАНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ 20Х13 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АСИММЕТРИЧНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ*

Анализ текущего состояния рынка Российской Федерации свидетельствует о том, что до 90% нержавеющей стали импортируется из-за рубежа, что создает существенные трудности в обеспечении промышленности этим стратегически важным материалом. Ограниченные возможности отечественного производства не позволяют организовать массовый выпуск нержавеющей стали, что обусловлено технологическими сложностями. В связи с этим актуальным становится поиск инновационных методов обработки металлов, способных эффективно решить существующие производственные задачи. Одним из перспективных направлений в данной области является применение асимметричной прокатки [1].

В рамках проведенных исследований были изучены возможности холодной асимметричной прокатки с целью минимизации количества проходов для достижения заданной толщины проката. В качестве основного материала для экспериментов использовались заготовки из нержавеющей стали марки "20Х13" размерами 120×51×2,82 мм. Исследования проводились на уникальном прокатном стане ДУО 400, установленном в лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А. П. Жиляева МГТУ им. Г. И. Носова». В ходе экспериментов были апробированы различные режимы асимметричной прокатки, включая варьирование скоростей верхнего и нижнего валков, а также комбинации симметричной и асимметричной прокатки.

Для сравнительного анализа был использован технологический режим листового проката, применяемый на «Ашинском металлургическом заводе»: 3→2,6→2,2→2→1,8→1,7→ отжиг и травление → 1,7→1,4→1,2→1→0,9→0,8 мм. Результаты исследований продемонстрировали, что применение асимметричной прокатки позволило сократить количество проходов с 10 до 5, исключив при этом этапы термической обработки и травления, при достижении требуемой толщины проката. Наиболее эффективным оказался режим, сочетающий асимметричную и симметричную прокатку. Полученные результаты свидетельствуют о значительном технологическом прогрессе и могут внести существенный вклад в развитие отечественного производства нержавеющей стали.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-20026, https://rscf.ru/project/24-19-20026/*

Список используемых источников

1. Песин, А.М. 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. No 3. – с. 81-96.

УДК 621.778.08

Усанов М.Ю. (AuthorID: 525681), **Петров И.М.** (AuthorID: 710263),
Снимщиков С.В. (AuthorID: 879165), **Дёмин Д.О.** (AuthorID: 1008520)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА СТАЛИ АРМАТУРНОЙ ПРИ ДОЛГОВРЕМЕННОМ КОНТРОЛЕ*

Согласно ГОСТ 34028-2016 статистическую оценку уровня качества арматурного проката при долговременном контроле проводят для определения достоверности соответствия требованиям стандарта показателей относительной площади смятия, временного сопротивления, предела текучести, отношения временного сопротивления к пределу текучести и относительного удлинения. Подход заложенный в ГОСТ 34028-2016 позволяет зная фактический уровень изменчивости механических свойств арматурного проката, определяемый среднеквадратическим отклонением и ожидаемым средним значением позволяет производителю оценить прогнозируемый достоверный уровень отказов от 5 до 10 % [1]. Оценка уровня качества при долговременном контроле базируется на предположении о нормальном распределении большого количества единичных результатов испытаний. Таким образом, принадлежность наблюдаемых данных нормальному закону является необходимой предпосылкой для корректной оценки уровня качества проката при долговременном контроле. В работе [2] показано, что большинство критериев согласия, применяемых для оценки характера распределения, весьма чувствительны к наличию аномальных наблюдений в связи с использованием оценок вторых, третьих и четвертых центральных моментов. Это означает, что отклонение гипотезы о нормальности может быть связано с наличием в выборке выбросов. В таком случае целесообразно применение критериев для определения наличия выбросов. Для повышения достоверности результатов при проверке гипотезы о характере распределения возможно одновременное использование трех статистических критериев. Гипотеза о нормальности распределения не отвергается в случае, если положительный результат проверки получен хотя бы по двум критериям.

Для реализации предлагаемой методики разработан программный продукт, позволяющий найти и исключить выбросы из анализируемых выборок, оценить характер распределения, рассчитать основные статистические показатели и провести оценку уровня качества арматурного проката при долговременном контроле согласно требованиям ГОСТ 34028-2016.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-20026, https://rscf.ru/project/24-19-20026/*

Список используемых источников

1. Прокат арматурный: сортамент, Стандартизация, технология / М. А. Полякова, В. А. Харитонов, С. В. Снимщиков [и др.] ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. – 288 с. – ISBN 978-5-9967-2602-8. – EDN GIPRBA.

2. Лемешко, Б. Ю. Сравнительный анализ критериев проверки отклонения распределения от нормального закона / Б. Ю. Лемешко, С. Б. Лемешко // Метрология. – 2005. – № 2. – С. 3-24. – EDN KARDYZ.

УДК 621.778

Харитонов В.А. (AuthorID: 671598), **Усанов М.Ю.** (AuthorID: 525681),
Мелихов Е.Д. (AuthorID: 1278223)

МОДЕЛЬ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ КРУГЛОЙ ЗАГОТОВКИ В ВАЛКАХ С ГЛАДКОЙ БОЧКОЙ*

Среди многих способов прокатки круглой заготовки на гладкой бочке наиболее распространенными являются плющение и прокатка (протяжка) в многовалковых калибрах.

Плющение реализуется путем холодной прокатки круглой заготовки в цилиндрических валках. Данному способу характерна классическая неравномерность деформации, обусловленная формой заготовки. Обжатия при этом максимальны по оси симметрии и уменьшаются к краям заготовки.

В работе приведены результаты моделирования в программном комплексе Deform-3d плющения круглой грячекатаной заготовки из стали марки 80Х диаметром 16,0 мм. Данная работа является развитием работ, выполненных в [1-3]. Стоит отметить, что в работах [2, 3] моделирование проводилось с коэффициентом асимметрии до 5.

В данной работе моделирование выполнялось в холодном состоянии за один проход с установленным зазором валков 10,0 мм и 11,0 мм, при этом коэффициент асимметрии равен 1. Также осуществлялась кантовка заготовки на 90 град.

Кроме того, выполнено моделирование с нагревом заготовки. В данном случае рассматривались варианты обжатия круглой заготовки диаметром 16 мм за один проход на готовый размер по высоте 11,0, 8,0 и 4,0 мм. При данных экспериментах изменили величину коэффициента асимметрии от 1 до 3,33.

Во всех вариантах моделирование прошло успешно, без разрушения заготовки, что говорит о высоком потенциале рассматриваемых сочетаний обжатий и скоростной асимметрии.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-20026, https://rscf.ru/project/24-19-20026/*

Список используемых источников

1. Асимметричная прокатка круглой заготовки в валках с гладкой бочкой / А. М. Песин, В. А. Харитонов, М. Ю. Усанов [и др.] // 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. 217. – EDN JNMTVJ.

2. Understanding the process of asymmetric flattening of 12 and 10 mm round billets in Mill 400 / A. M. Pesin, M. Yu. Usanov, V. A. Kharitonov [et al.] // Magnitogorsk Rolling Practice 2023 : Proceedings of the VII International Youth Scientific and Technical Conference, Magnitogorsk, 30 мая – 03 2023 года. – Magnitogorsk: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2023. – P. 24-26. – EDN HIWFPZ.

3. 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. – Т. 22, № 4. – С. 89-97. – DOI 10.18503/1995-2732-2024-22-4-89-97. – EDN TNTDRY.

УДК 621.77.014

Кинзин Д.И. (AuthorID: 341932), **Арцибашев С.В.** (AuthorID: 1211353),
Тулупов О.Н. (AuthorID: 148035)

СООТНОШЕНИЕ УСИЛИЙ ПРОКАТКИ ПРИ ПЛОСКОМ И ОБЪЁМНОМ ДЕФОРМИРОВАННЫХ СОСТОЯНИЯХ

Известно, что решение основной задачи обработки металлов давлением для плоского деформированного состояния на порядок проще, чем для объемного. В связи с этим в данной работе мы поставили перед собой цель найти усредненные соотношения между средними контактными нормальными напряжениями для плоского и объемного очагов деформации при прокатке прямоугольных полос на гладкой бочке. Знание таких соотношений позволит более точно и обоснованно определять усилие прокатки и других энергосиловых параметров в случае реального объемного деформированного состояния.

Данное исследование было построено на проведении серии вычислительных экспериментов в программном комплексе конечно-элементного моделирования QForm 3D. Моделировалась прокатка без уширения, путем заневоливания уширения боковыми пластинами (см. рис. 1), и прокатка со свободным уширением без боковых пластин. Моделирование проводилось для очагов деформации различной формы и при разных коэффициентах трения.

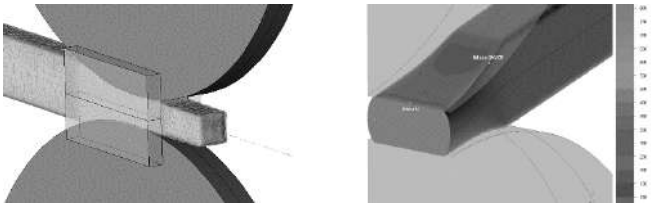


Рис. 1. Заневоленное уширение (слева) и свободное уширение (справа) при моделировании прокатки на гладкой бочке

В случае свободного уширения наблюдается просадка средних контактных нормальных напряжений по сравнению со случаем заневоленного уширения, которая является функцией от формы очага деформации. Таким образом, были найдены зависимости для определения поправочных коэффициентов, которые позволяют определять энергосиловые параметры для объемного деформированного состояния при прокатке прямоугольных полос на гладкой бочке.

Список используемых источников

1. Власов А.В., Стебунов С.А., Евсюков С.А. и др. Конечноэлементное моделирование технологических процессов ковки и объемной штамповки. – М. : изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. – 383 с.

2. Уманский А. А., Кадыков В. Н., Мартьянов Ю. А. Закономерности формирования напряженно-деформированного состояния металла при сортовой прокатке //Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2013. – №. 4 (6). – С. 8-10.

УДК 621.778

Пивоварова К.Г. (AuthorID: 493975), **Рыбакова М.С.** (магистрант)

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ ПРОВОЛОКИ

Высокоуглеродистая проволока широко используется в промышленности для производства металлокорда, канатов, пружин и арматуры для предварительно-напряженного железобетона. Качество проволоки определяется геометрическими размерами, механическими свойствами, структурой металла и особенностями работы в изделии, а также условиями эксплуатации. Основная операция при производстве высокоуглеродистой проволоки — волочение, которое сопровождается неравномерной деформацией и риском разрушения. В зависимости от диаметра проволоки и ее требуемых характеристик, при производстве стальной высокоуглеродистой проволоки применяются различные технологии, такие как волочение из сорбитизированного проката, патенитрованной проволоки или горячекатаного проката [1].

В процессе планирования производства зачастую сталкиваются с нехваткой мощностей и отсутствием требуемой заготовки для выполнения заказов. Увеличение диаметра заготовки приводит к снижению устойчивости процесса волочения и повышению энергозатрат. Проблемы, которые при этом возникают, связаны с отсутствием корректных методик моделирования процессов деформации высокоуглеродистой проволоки.

Выходом из этой ситуации может быть создание цифрового двойника процесса волочения высокоуглеродистой проволоки. Цифровой двойник представляет собой набор сложных многодисциплинарных математических моделей, которые обладают высокой степенью соответствия реальным материалам, объектам, технологическим и киберфизическим системам, а также физико-механическим процессам [2]. В настоящем исследовании разработан цифровой двойник процесса волочения высокоуглеродистой проволоки, производимой из патентированной заготовки.

Внедрение цифрового двойника процесса волочения стальной высокоуглеродистой проволоки позволит ускорить принятие решений по производству в условиях отклонений от действующей технологии. Данный продукт приведет к повышению эффективности производства высокоуглеродистой проволоки и минимизации риска получения некачественной продукции на выходе.

Список используемых источников

1. Харитонов, В.А. Влияние способа волочения высокоуглеродистой проволоки на эффективность ее производства / В.А. Харитонов, А.И. Зайнуллин // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2024. – Т. 80. – № 7. – С. 5-11. – DOI: 10.32339/0135-5910-2024-7-5-11.

2. ГОСТ 57700.37-2021 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. – М.: Российский институт стандартизации, 2021. – 10 с.

УДК 621.7

Пивоварова К.Г. (AuthorID: 493975), **Тагирова В.М.** (аспирант)

КАЛОРИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СТАЛИ 42CrMo4

В рамках комплексной программы по обеспечению высокопрочными крепежными изделиями ПАО «КАМАЗ» проводилось освоение технологии изготовления колесных болтов из стали марки 42CrMo4 в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» [1, 2]. Типичная микроструктура сортового проката из среднеуглеродистых специальных легированных сталей после горячей прокатки включает феррит, пластинчатый перлит и бейнит. Чтобы прокат выдержал значительную пластическую деформацию без образования дефектов в процессе холодной объемной штамповки, его подвергают предварительному сфероидизирующему отжигу в колпаковых печах с длительной выдержкой и медленным охлаждением для получения структуры с высокой долей зернистого перлита.

Для выбора оптимального режима сфероидизирующего отжига необходимо определить положение критических точек горячекатаного проката из стали 42CrMo4. Существует широкий круг физических методов анализа (дилатометрический, термический и другие), позволяющих фиксировать температурные интервалы фазовых превращений и получать информацию о значениях критических точек в металлах и сплавах. Для исследования структурно-фазовых превращений материалов в настоящее время широко используется дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), обладающая высокой чувствительностью к протеканию фазовых превращений. При ее применении с достаточно высокой точностью фиксируются экзо- и эндотермические эффекты как в твердом состоянии, так и при плавлении или кристаллизации различных материалов.

В настоящей работе для изучения фазовых превращений применялась ДСК с использованием термоанализатора STA 449 F3 Jupiter. Критические точки фазовых переходов стали 42CrMo4, определенные методом ДСК при непрерывном нагреве, составили Ac_1 – 744,0 °С, Ac_3 – 774,5 °С. Знание температуры критических точек позволило выбрать оптимальный режим сфероидизирующего отжига для получения благоприятной для последующего деформирования микроструктуры стали с максимально возможным содержанием зернистого перлита.

Список используемых источников

1. Канаев, Д.П. Исследование закономерностей эволюции структурного состояния и свойств стали марки 42CrMo4 в процессе производства высокопрочных крепежных изделий / Д.П. Канаев, В.М. Тагирова, А.А. Соколов, М.В. Зайцева, А.И. Зайцев, А.В. Колдаев, А.Б. Степанов, Н.А. Арутюнян // Механическое оборудование металлургических заводов. 2022. № 1(18). С. 18-36.

2. Пивоварова, К.Г. Технологические аспекты производства высокопрочных колёсных болтов из специальных легированных сталей / К.Г. Пивоварова, В.М. Тагирова, Т.А. Новикова, И.Г. Гун, К.Н. Рамазанов, С.А. Федосеев // Теория и технология металлургического производства. 2023. № 3 (46). С. 30-34.

УДК 621.778

Пивоварова К.Г. (AuthorID: 493975)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ИМПОРТНЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СВАРОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ

Холоднотянутая сварочная проволока из низкоуглеродистых и легированных сталей производится путем волочения из катанки. В процессе волочения применяется сухая смазка на основе солей жирных кислот, преимущественно кальциевых или натриевых мыл. Эта смазка способствует предотвращению прилипания металла к волоке, снижает трение, уменьшает температуру в очаге деформации и обеспечивает необходимое качество поверхности проволоки. Однако, натриевые мыла начинают разлагаться при температуре 300 °С, что делает их малоэффективными при высоких скоростях волочения.

Термоокислительная стабильность, характеризующая способность смазочного материала сохранять свои первоначальные свойства, т.е. устойчивость к окислению в процессе эксплуатации, без образования отложений, лака и других продуктов окисления, является одним из основных показателей, определяющих эксплуатационные характеристики технологических смазок. Высокий уровень термоокислительной стабильности смазки обеспечивает повышение предельной допустимой температуры ее применения без ухудшения прочих показателей качества [1, 2].

В работе предложен современный метод оценки эксплуатационных свойств сухих смазок для волочения сварочной проволоки с использованием синхронного термического анализа. Этот метод позволил определить температурный диапазон работоспособности как отечественных (СЕСМА), так и зарубежных (TRAXIT) смазочных материалов и их потенциальный ресурс применения для получения сварочной проволоки с высокими потребительскими свойствами. Результаты сравнительной оценки термоокислительной и термической стабильности отечественных и зарубежных смазочных материалов дают возможность не только подобрать достойную замену импортным смазкам, но и снизить себестоимость изготовления сварочной проволоки. Предложенный метод также может быть использован для контроля изменения качества сухой смазки в процессе эксплуатации и подбора оптимального периода ее замены.

Список используемых источников

1. Пивоварова, К.Г. Влияние технологических свойств смазочных материалов на качество поверхности калиброванной стали при волочении / К.Г. Пивоварова, Г.С. Гун, А.Г. Корчунов // Заготовительные производства в машиностроении. 2019. Т. 17. № 6. С. 261-265.

2. Корчунов, А.Г. Влияние свойств сухой смазки на качество поверхности холоднотянутой калиброванной стали со специальной отделкой / А.Г. Корчунов, Г.С. Гун, М.А. Полякова, К.Г. Пивоварова // Черные металлы. 2019. № 12. С. 32-37.

УДК 669.14.018.41

Адищев П.Г. (AuthorID: 1066650)

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОЙ ХЛАДОСТКОЙ СТАЛИ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Современные условия диктуют необходимость повышения требований к надежности и безопасности конструкций ответственного назначения. В частности, такие объекты должны обладать устойчивостью к воздействию экстремально низких температур, высоких механических нагрузок и агрессивных сред. В этой связи взамен традиционным конструкционным сталям (15ХСНД, 10ХНДП, 09Г2С) возрастает необходимость в производстве высокопрочных хладостойких сталей, которые обладают уникальными физико-механическими свойствами, обеспечивающими ее успешное применение в инфраструктурных объектах.

Высокопрочная хладостойкая сталь характеризуется рядом ключевых преимуществ. Во-первых, она демонстрирует высокую прочность даже при очень низких температурах, что делает её идеальной для использования в арктических зонах, а также в условиях холодного климата. Во-вторых, такая сталь отличается повышенной стойкостью к коррозии, что продлевает срок службы конструкций и снижает расходы на их обслуживание. Кроме того, этот материал обладает высокой усталостной прочностью, что обеспечивает стабильность работы под воздействием циклических нагрузок.

Высокопрочная хладостойкая сталь нашла своё применение в самых разных сферах. Например, в нефтегазовой отрасли она используется для строительства трубопроводов, работающих в условиях Крайнего Севера. В судостроении эта сталь применяется для изготовления корпусов судов, предназначенных для плавания в ледовых условиях. В строительстве мостов и других крупных инфраструктурных объектов высокопрочная хладостойкая сталь помогает создать надежные и долговечные конструкции, способные выдержать серьезные природные воздействия.

Применение высокопрочной хладостойкой стали становится всё более актуальным, так как растут требовании к надёжности и долговечности сооружений. Этот материал сочетает в себе уникальные характеристики, позволяющие ему успешно противостоять самым сложным условиям эксплуатации. Таким образом, дальнейшее развитие и совершенствование технологий производства высокопрочной хладостойкой стали являются важными задачами для обеспечения безопасности и устойчивости важнейших объектов народного хозяйства.

Список используемых источников

1. Хлусова, Е. И. Хладостойкие стали. Структура, свойства, технологии / Е. И. Хлусова, О. В. Сыч, В. В. Орлов // Физика металлов и металловедение. – 2021. – Т. 122, № 6. – С. 621-657. – DOI 10.31857/S0015323021060048. – EDN TATJDE.

2. Исследование хладостойкости и механических свойств высокопрочной среднелегированной стали в зависимости от технологии получения литых заготовок / Е. А. Чернышов, И. М. Баев, А. Д. Романов, Е. А. Романова // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2019. – Т. 62, № 1. – С. 79-85. – DOI 10.17073/0368-0797-2019-1-79-85. – EDN ZAMFVR.

3. Адищев, П. Особенности легирования высокопрочных хладостойких сталей / П. Адищев // Norwegian Journal of Development of the International Science. – 2023. – № 118. – С. 69-71. – DOI 10.5281/zenodo.10009719. – EDN OOILIN.

УДК 67.02

Денисов С.В. (AuthorID:60788115), **Вакин В.С., Денисова Е.С.** (студент), **Денисов П.С.** (ученик)

О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ НА ПЛАКИРОВАННЫЙ МЕТАЛЛОПРОКАТ

Плакированный металлопрокат — слоистые металлические композиты, которые сочетают в себе полезные свойства составляющих и обладают новыми качествами, отличными от исходных монометаллов: конструкционная прочность, коррозионная и эрозионная стойкость, жаропрочность и другие сочетания свойств. Применение слоистых металлических композитов позволяет не только повысить надёжность и долговечность большого класса деталей и оборудования, но и значительно сэкономить дорогостоящие цветные металлы.

Плакированный металлопрокат может быть: нержавеющая сталь/сталь, титан/сталь, цветные и никелевые сплавы/сталь и др. Такие композиции как: титан/сталь, цветные и никелевые сплавы/сталь могут быть получены только методом сварки взрывом, имеют свои особенности и совершенно другие численные характеристики по прочности соединения и твёрдости плакирующего слоя. В частности, соединения из медных сплавов и стали в большинстве случаев при испытаниях рвутся по медному сплаву, а не по сварке. Существует трёхслойная продукция, в которой имеется пластичный связующий промежуточный слой для обеспечения возможности соединения. Кроме того, бывают сварочные переходники, которые не служат защитой от коррозии.

В связи с этим, предлагаем разработать несколько государственных стандартов по плакированному металлопрокату различных композиций.

УДК 621.774

Присяжный А.Г. (AuthorID: 1276072), **Анищенко А.С.** (AuthorID: 1275604)

КАЛИБРОВКА ТРУБ С ВИНТОВЫМИ ГОФРАМИ

Перспективным направлением компенсации теплового расширения трубопроводов является применение компенсаторов, в частности в виде кольцевых или винтовых гофров на поверхности труб. В случае, когда используются спирально-шовные трубы с винтовыми гофрами, торцы труб мерной длины перед их сваркой калибруют, разглаживая гофрированный контур торца в окружность. Стандартные технологии калибровки торцов, предусматривающие симметричные приложения усилий с трех или четырех сторон к торцу трубы, не обеспечивают требуемую овальность контура торца.

Для устранения этого недостатка была разработана технология, предусматривающая эксцентричность приложения обжимающей нагрузки к торцу трубы, а также спроектирован и изготовлен станок для калибровки торцов труб. Согласно новой технологии труба с винтовыми гофрами с помощью задающего механизма подается между пуансоном и матрицей станка. Гофр при этом находится рядом с верхним сектором матрицы. Пуансоном раздают конец трубы, увеличивая ее диаметр на 0,02-0,5% за счет уменьшения высоты гофра на 75-90%. Далее раздачу трубы прекращают и обжимают ее с помощью секторов матрицы. За счет эксцентричности обжимающей нагрузки верхняя часть трубы, то есть участки с гофром обжимаются в большей степени, что способствует требуемому выправлению гофра без образования седловины, поскольку металла гофра имеет возможность перемещаться вниз по периметру трубы.

Операцию обжима производят несколько раз, вращая при необходимости трубу на угол, при котором винтовой гофр смещается от вертикального положения до обоих краев верхнего сектора матрицы. Далее калибровку трубы производят несколько раз одновременно секторами матрицы и пуансоном, смещая при необходимости гофр в пределах контакта с верхним сектором матрицы.

После этого с помощью гидроцилиндров разводят секторы матрицы, сегменты пуансона сжимаются под действием пружины и позволяют вывести откалиброванную трубу из станка.

Полупромышленные эксперименты на металлургическом комбинате им. Ильича показали, что для увеличения производительности секторы дугообразной формы обжимающей матрицы должны иметь заходный и калибрующий участки одинаковой длины, равной 0,60-0,65 разности их внутренних диаметров, с радиусами сопряжения, равными 1,15-1,25 упомянутой разности.

Овальность контуров торцов откалиброванных труб по новой технологии с применением новой конструкции станка была уменьшена на 35-45% и ее величина оказалась в пределах, допускаемых для последующей сварки торцов труб в трубопровод.

УДК 621.774

Анищенко А.С. (AuthorID: 1275604), **Присяжный А.Г.** (AuthorID:1276072)

ДЕФОРМИРОВАНИЕ СИЛУМИНОВ В ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Сплавы системы алюминий-кремний (силумины) обладают хорошими литейными свойствами и широко применяются в литом варианте. Однако для обработки давлением они практически непригодны. Лишь низкокремнистые силумины допускают небольшую пластическую деформацию и только при деформировании в изотермических условиях и с весьма малыми скоростями деформации.

С учетом существенного влияния гидростатического давления на температуру солидус силуминов была разработана технология изотермического деформирования силуминов с повышенным содержанием кремния. Согласно технологии, заготовку из силумина укладывали в штамп, нагревали со штампом до температуры солидус силумина при нормальном давлении (0,1 МПа). Температура начала плавления сплава способствовала частичному или полному устранению несплошностей, возникающих в заготовке при кристаллизации и обусловливающих неудовлетворительные механические свойства. Затем прикладывали к заготовке рабочее давление, величина которого вызывает перестройку структуры силумина в эвтектическую и повышение температуры солидус. Деформирование заготовки проводили в режиме сверхпластичности, т.е. со скоростью деформации 10^{-3}-10^{-1}с$^{-1}$ и при температуре штампа с заготовкой на 200-100 ^{o}С ниже температуры солидус силумина, обусловленной приложенным давлением. Достаточно большая величина рабочего давления позволила существенно расширить температурный диапазон сверхпластичности силуминов и сместить скоростной диапазон сверхпластичности в сторону больших скоростей деформации. Учитывая то, что повышение температуры солидус для сплавов Al-(11,7-50%)Si с ростом приложенного давления не превышает 150-200 ^{o}С, деформирование проводили без изменения первоначальной температуры нагрева штампа с заготовкой.

Технология применима к операциям выдавливания и прессования, характеризующимся относительно равномерным давлением во всех частях объема заготовки. Реализация этих операций проводится на прессах для изотермической штамповки. Пресс включают на режим деформирования при постоянном удельном усилии (крип-штамповка с противодавлением со стороны выталкивателя). Оптимальные скорости деформации обеспечиваются заданной скоростью перемещения выталкивателя пресса относительно пуансона.

Предельная степень деформации 40% для сплава Al-16%Si была достигнута при нагреве заготовок вместе со штампом до температуры солидус при нормальном давлении, равном 603 ^{o}С, и обратном прессовании при давлении 10 кбар, температуре 480-500 ^{o}С и скорости деформации $3{,}2\text{x}10^{-3}$с$^{-1}$. Максимальную степень деформации 45% достигли при деформировании давлением 10 кбар, температуре 540-520 ^{0}С и скорости деформации $6{,}7\text{x}10^{-3}$с$^{-1}$. Механические свойства деформированного полуфабриката из высококремнистого силумина оказались такими же, как у стандартных литейных силуминов (σ = 190 МПа, δ = 9%).

УДК 621.778.1

Головизнин С.М. (AuthorID: 546255), **Брюханов И.Ю.** (AuthorID: 1249304)

ВЛИЯНИЕ КРАТНОСТИ МАРШРУТА НА РАБОТУ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ ПРОВОЛОКИ

Кратность волочения является одним из основных параметров, определяющих качество готовой проволоки, устойчивость процесса волочения и затраты энергии на производство проволоки [1]. Мощность, затрачиваемая на волочение проволоки, определяется работой деформации при протяжке проволоки через волоку, трением на контактной поверхности волоки и трением проволоки на тянущих шкивах волочильной машины. В большинстве случаев основная доля затрат энергии на волочение проволоки приходится на работу деформации проволоки в волоках. Работа деформации при волочении состоит из однородной и неоднородной работы деформации [2]. Однородная работа связана с изменением диаметра проволоки при протяжке её через волоки. На практике в качестве меры степени деформации используют такие величины как обжатие (относительное изменение площади поперечного сечения), вытяжка (относительное изменение длины проволоки), истинная деформация (логарифм относительного изменения длины). Неоднородная деформации вызвана изменением направления течения металла на входе и выходе из очага деформации. Неоднородная определяется формой очага деформации, которая характеризуется величиной Δ-фактора, равного отношению средней высоты к длине очага деформации. Такие показатели деформации при волочении, как обжатие, вытяжка и истинная деформация, неоднородную деформацию не учитывают. Анализ маршрутов волочения стальной проволоки [2] показывает, что с увеличением кратности волочения, то есть с увеличением числа проходов многократного волочения стальной проволоки, энергозатраты на протяжку проволоки растут в основном за счет роста доли неоднородной деформации. Для исследованных маршрутов волочения стальной проволоки рост энергозатрат при увеличении кратности волочения с 5 до 8 проходов на 68% вызван увеличением доли неоднородной деформации и на 32% увеличением трения на контактной поверхности волоки. При проектировании маршрутов волочения проволоки необходимо учитывать неоднородную деформацию для адекватной оценки затрат энергии на формоизменение проволоки.

Список используемых источников

1. Маминов, Г. И. Влияние кратности маршрута на вероятность разрушения и энергоэффективность волочения стальной проволоки / Г. И. Маминов, С. М. Головизнин // Моделирование и развитие процессов ОМД. – 2019. – № 2(29). – С. 22-25. – EDN ASNIBU.

2. Харитонов, В. А. Проектирование режимов высокоскоростного волочения проволоки на основе моделирования / В. А. Харитонов, С. М. Головизнин. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2011. – 117 с. – ISBN 978-5-9967-0170-4. – EDN YHBWDH.

Секция «Технологии и машины обработки давлением, сварки и машиностроения: актуальные проблемы развития и совершенствования»

УДК 621.791.042.4

Шекшеев М.А. (AuthorID: 678731), **Михайлицын С.В.** (AuthorID: 660298), **Керимова Л.Ф.** (AuthorID: 926416), **Мирзаев А.Ш.** (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРВИЧНЫХ И ВТОРИЧНЫХ СВАРОЧНЫХ ШЛАКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ СВАРКЕ ПОКРЫТЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

Важнейшим процессом, влияющим на эксплуатационные характеристики будущего сооружения, являются сварочно-монтажные работы. При возведении сооружений высокой степени надежности, например, магистральных трубопроводов, производятся при помощи ручной дуговой сварки покрытыми электродами [1,2].

Металлургические процессы при сварке значительно отличаются по характеру и скорости протекания от подобных процессов в большой металлургии, где они проходят в течении длительного времени. Шлак, который образуется в процессе расплавления покрытия электрода, защищает расплавленный металл сварочной ванны от воздействия кислорода и азота воздуха. Также через шлак происходит металлургическая обработка расплава сварочной ванны, при этом он должен обладать необходимыми физико-химическими свойствами [3].

Данная работа посвящена исследованиям «первичных» и «вторичных» сварочных шлаков, полученных при плавлении электродных покрытий основного типа. Под «первичным» шлаком понимается расплав покрытия электрода, а под «вторичным» - переплавленный в процессе экспериментов сварочный шлак.

Выполняли исследования образцов закристаллизовавшегося шлака методом растровой электронной микроскопии, а также проводили их петрографические исследования.

Приведены данные о фазовом составе сварочных шлаков и их пористости. Обнаруженные тенденции указывают на эффективность шлаковой системы проводить необходимую металлургическую обработку металла сварочной ванны.

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. 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.

3. 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. Носова, 2016. – 182 с. – ISBN 978-5-9967-0860-4. – EDN WODJDD.

УДК 621.791.042.4

Шекшеев М.А. (AuthorID: 678731), **Куприянова О.А.** (AuthorID: 552501), **Михайлицын С.В**. (AuthorID: 660298), **Ширяева Е.Н.** (AuthorID: 987397), **Ильясов И.И**. (студент)

ОСОБЕННОСТИ КАЧЕСТВА СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ С ОСНОВНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Электрод представляет собой сложную технологическую систему. Процессы при дуговой сварке покрытыми электродами протекают в условиях высоких температур и за короткое время. Стабильность состава и свойств компонентов покрытия и металлического стержня определяют качество электродов.

Электроды с основым покрытием широко применяют при изготовлении ответственных конструкций и при выполнении ремонтных работ [1-3]. Они должны обеспечивать беспрепятственное выполнение сварки (наплавки) в различных пространственных положениях. Возможность формирования металла сварных швов, обладающего эффективной структурой и требуемым комплексом механических свойств. Обеспечивать достаточной легкую отделимость шлаковой корки. На все эти показатели влияет качество применяемых электродов [4].

Настоящая работа посвящена исследованию некоторых показателей качества покрытых электродов с основным покрытием различных производителей, из России, Швеции и Японии. Металлические стержни всех рассмотренных электродов имеют структуру, характерную для холоднодеформированной низкоуглеродистой стали с близкими механическими свойствами. Показано наличие микропор и неметаллических включений металлургической природы в металлических стержнях электродов. Приведены различия микрорельефа внешней и внутренней поверхности покрытий, а также структуры и морфологии их изломов. Установлены особенности химического состава покрытий, которые влияют на сварочно-технологические свойства 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. 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.

3. 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.

4. 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 GTBJCA.

УДК 621.771.07:621.787.6

Звягина Е.Ю. (AuthorID: 754062), **Огарков Н.Н.** (AuthorID: 399227)

ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ПОДОБИЯ И ОБОБЩЕННЫХ КООРДИНАТ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕНОСА МИКРОГЕОМЕТРИИ ПОВЕРХНОСТИ ВАЛКА НА ПОВЕРХНОСТЬ ПОЛОСЫ

Моделирование технологических процессов получает все большее применение, как в отечественной, так и в зарубежной практике при освоении нового вида и улучшении качества традиционной продукции с целью повышения ее конкурентоспособности, поскольку позволяет снизить трудоемкие затраты на разработку и совершенствование технологии и оборудования в реальном производстве.

Математическое моделирование применено к одному из процессов ОМД-процессу дрессировки отожженной или оцинкованной полосы с формированием на ее деформированной поверхности негативного отпечатка микрогеометрии поверхности валка дрессировочного стана с регламентируемыми ее параметрами.

На примере влияния возмущающих производственных факторов на нестабильность процесса формирования шероховатости на деформируемой полосе подтверждена возможность распространения условий подобия не только на объекты с постоянными, но и с переменными параметрами при условии совпадения относительных переменных характеристик.

Использование одного комплексного критерия подобия в виде коэффициента напряженного состояния в очаге деформации n_σ является недостаточным и поэтому отклонение расчетных значений от экспериментальных составляют ±30%. Добавление к математической модели кроме комплексного критерия n_σ еще симплексного критерия, определяемый отношением половины обжатия Δh к параметру шероховатости поверхности валка $R_{\text{а}_\text{в}}$, позволяет снизить степень расхождения до 20%. Дополнение к комплексному критерию n_σ безразмерных критериев, учитывающих относительные количества металла в шероховатых слоях поверхности валка и полосы и отношение шагового параметра микрогеометрии поверхности валка к высоте дрессируемой полосы уменьшает степень расхождения между экспериментальными и расчетными данными до 7-17% в зависимости от принимаемых допущений.

Список используемых источников

1. Теория подобия и размерностей. Моделирование/ П.М. Алабужев. В.Б.Геронимус, Л.М.Минкевич, Б.А.Шеховцов.-М.:Высшая школа,1968.-208 с.

2. Абашкин, В.П., Соломонов К.Н., Классификация методов моделирования процессов обработки металлов давлением// Изв. вузов. Черная металлургия.-2008.-№9.-С.25-28.

3. Огарков Н.Н., Звягина Е.Ю., Исмагилов Р.Р. Теоретический анализ формирования шероховатости автомобильного листа при дрессировке в валках обработанных дробью // Известие вузов. Черная металлургия. -2019. -Т.62. -№8. -С.600-605. – DOI 10.17073/0368-0797-2019-8-600-605. – EDN DBIYUQ.

4. Звягина Е.Ю., Огарков Н.Н. Теоретическое исследование изменения параметра шероховатости поверхностей рабочих валков и полосы в процессе дрессировки // Современные наукоемкие технологии.-2024. -№5. -С.31-34. – DOI 10.17513/snt.40001. – EDN ATDJNK.

УДК 621.89

Харченко М.В. (AuthorID:799206), Дема Р.Р. (AuthorID:309460), Амиров Р.Н. (AuthorID:690273), Латыпов О.Р. (AuthorID:939091), Буренков А.С., (студент), Коровченко А.С., магистрант

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА СМАЗАННОЙ ПАРЫ ТРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КОНТАКТА КАЧЕНИЯ И КАЧЕНИЯ С ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЕМ*

С целью исследования влияния технологических параметров на износ смазанных пар трения были проведены экспериментальные исследования на модернизированной лабораторной установке [1]. При моделировании контактного взаимодействия изменяемыми параметрами являлись: внешняя нагрузка (Н), ускорение (м/с^2), проскальзывание верхнего ролика по отношению к нижнему (%) и объемный расход СМ (мл/мин). Регистрируемыми параметрами являлись: износ (г$^{-3}$), момент силы трения (кгс·см). Учитывая, что в реальных условиях эксплуатации узлы трения всегда находится в условиях переменных нагрузок, резко меняющихся (запуск и остановка оборудования, качение с частичным проскальзыванием и пр.), а также различных (проскальзывание) скоростей движения, определение экспериментальных зависимостей параметров трения, меняющихся во времени становятся интересными для практики случаями. Для определения влияния параметров, отражающих нестационарный режим контактного взаимодействия (скорость скольжения, ускорение/замедление, расход смазочного материала) на износ и момент силы трения, по полученным экспериментальным данным были построены функциональные зависимости. На основе аналитического исследования полученных функциональных зависимостей было выявлено, что при определенных режимах контактного взаимодействия происходит образование антифрикционного слоя смазочного материала на рабочих поверхностях контактирующих деталей [2]. Определены границы расхода смазочного материала при которых формируется антифрикционный слой, препятствующий износу.

Список используемых источников

1. Универсальный испытательный комплекс по определению триботехнических характеристик смазочных материалов на базе серийной машины трения СМЦ-2 / М.В. Харченко, Р.Р. Дема, С.П. Нефедьев, О.А. Осипова // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2017. – № 10(691). – С. 60-68. – DOI 10.18698/0536-1044-2017-10-60-68. – EDN ZOKXCZ.

2. Абрамов, А. Н. Исследование условий формирования адсорбционного монослоя в линейном фрикционном контакте на поверхностях трения с использованием безабразивного смазочного материала / А. Н. Абрамов, М. В. Харченко, Р. Р. Дема // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2017. – № 2(683). – С. 70-78. – EDN XVNJFX

**Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, Проект № FZRU-2023-0008.*

УДК 621.89

Харченко М.В. (AuthorID: 799206), **Терентьев Д.В.** (AuthorID: 449858), **Колдин А.В.** (AuthorID: 799206), **Рудь К.И.** (AuthorID 1278040)

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО РЕЖИМА КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СМАЗАННОЙ ПАРЫ ТРЕНИЯ НА УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АНТИФРИКЦИОННОГО СЛОЯ*

С целью определения условий формирования антифрикционного слоя смазочного материала на рабочих поверхностях контактирующих деталей, а также выявления закономерностей, было проведено аналитическое исследование функциональных зависимостей износа образцов от расхода подаваемого смазочного материала [1,2]. Построена зависимость интенсивности изменения износа в зависимости от расхода смазочного материала и ускорения. Анализ графиков функций износа для различных ускорений, показал, что координаты вершин графиков функций износа имеют различные значения, при изменении ускорения ось симметрии изменяется. С помощью геометрического смысла производной квадратичной функции было выполнено описание изменения минимума функций износа для каждого графика. В результате вычислений, по полученным значениям построена графическая зависимость изменения положения оси симметрии квадратичной функции износа в зависимости от расхода смазочного материала. координаты вершины квадратичной функции износа смещаются в сторону бóльших ускорений, что косвенно отражает увеличение площади занимаемой графиком в области прироста массы, т.е отрицательных значений износа. Таким образом расход смазочного материала оказывает влияние на положение координат минимума функции износа.

Список используемых источников

1. Леванцевич, М. А. Исследование условий образования режима адсорбционного смазывания тяжелонагруженных фрикционных пар трения с помощью моделирования процесса на лабораторной установке / М. А. Леванцевич, М. В. Харченко, Р. Р. Дема // Трение и износ. – 2019. – Т. 40, № 4. – С. 353-361. – EDN GTLAFM.

2. Методика определения несущей способности и противозадирных свойств смазочных материалов, применяемых в тяжелонагруженных трибодинамических сопряжениях металлургических машин и агрегатов / М. В. Харченко, С. П. Нефедьев, Р. Р. Дема, О. Р. Латыпов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2021. – № 9(738). – С. 30-39. – DOI 10.18698/0536-1044-2021-9-30-39. – EDN HRAARJ.

**Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, Проект № FZRU-2023-0008.*

УДК 621.89.017

Колдин А.В. (AuthorID: 545043), **Амиров Р.Н.** (AuthorID: 690273),
Латыпов О.Р. (AuthorID: 939091), **Харченко М.В.** (AuthorID: 799206),
Буренков А.С. (студент), **Коровченко А.С.** (магистрант),
Амирова С.А. (магистрант)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА НА ПЛОСКОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ЕЕ ОХЛАЖДЕНИИ НАТЕКАЮЩИМИ ЛАМИНАРНЫМИ СТРУЯМИ*

Усовершенствована лабораторная установка по изучению локальной плотности теплового потока и коэффициента теплоотдачи с высокотемпературной поверхности металла при ее охлаждении струей жидкости. Лабораторная установка оснащена дополнительной конструкцией для подачи охладителя на нижнюю поверхность образца, что позволяет воспроизводить процессы аналогичные реальным условиям. Добавлена возможность подачи двух струй одновременно на одну из поверхностей для моделирования взаимодействия струй между собой и поверхностью образца.

Список используемых источников

1. Колдин А.В., Платов С.И., Дема Р.Р., Терентьев Д.В., Латыпов О.Р., Амиров Р.Н. Определение величины зерна на основе разработанной математической модели системы ламинарного охлаждения полосы ШСГП "2000" // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 67-72.
2. Колдин А.В., Платонов Н.И., Семенов В.П. Исследование теплообмена в подвижном металлическом листе при струйном охлаждении // Вестник Челябинского государственного университета. – 2008. – № 25. Физика. – Вып. 3. – С. 60-67.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-00808, https://rscf.ru/project/23-29-00808.*
Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, Проект № FZRU-2023-0008.

УДК 621.771.06

Дема Р.Р. (AuthorID: 309460), **Латыпов О.Р.** (AuthorID: 939091),
Архипов Е.В. (аспирант)

АНАЛИЗ ИЗВЕСТНЫХ РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОЛУЧЕНИЕ ПРОФИЛЯ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ПОЛОС

Современные требования потребителей плоского горячекатаного полосового проката регламентируют строгое обеспечение заданных эксплуатационных характеристик, в частности по критерию «плоскостность». Для получения качества, соответствующего современным требованиям (в диапазоне 5-20 мм/м в соответствии с ГОСТ 19903, ASTM A568/A568M и др.) при производстве горячекатаных полос, рассмотрены решения, позволяющие управлять профилем горячекатаных полос:

- составление правил составления монтажных партий между сменой рабочих валков чистовой группы клетей;
- использование определенных профилировок рабочих валков, позволяющих получить требуемую выпуклость профиля полос и стабильное позиционирование полосы в линии стана при прокатке;
- применение различных материалов валков с целью сопротивления износу и возможности увеличения межперевалочных периодов;
- охлаждение поверхности рабочих валков путем подачи охладителя (воды) через установленный коллектор с возможностью секционного охлаждения валков в зависимости от прокатываемого профиля полос;
- система противоизгиба рабочих валков, создающая момент изгиба бочки валков, который препятствует их изгибанию под воздействием давления прокатываемого металла;
- система осевого перемещения («сдвижки») рабочих валков, препятствующая локальному износу валков под воздействием прокатываемого материала.

Комплексная реализация заявленных мероприятий позволит повысить качество производимого полосового проката по критерию «плоскостность», а также повысить конкурентоспособность отечественных предприятий черной металлургии.

Список используемых источников

1. Дема Р.Р. Совершенствование системы охлаждения прокатных валков черновой группы клетей на листовом стане горячей прокатки // Производство проката. 2018. № 12. С. 15-21.

2. Гарбер Э.А., Дилигенский Е.В. Основные параметры валковых узлов широкополосных станов, оснащенных системами осевой сдвижки // Производство проката. 1998. №6. С. 31-37.

УДК 658.58

Амиров Р.Н. (AuthorID: 690273), **Осипенко А.А.** (аспирант)

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АКТИВОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ

В настоящее время перед промышленностью России стоит серьезный вызов – сохранить темпы развития производства, обеспечивая технологический и промышленный суверенитет страны. Ключевыми риск-факторами в достижении данной цели является поддержание работоспособного и безопасного состояния активов, обеспечение экономически целесообразного подхода к техническому обслуживанию и ремонту промышленного оборудования, а также повышение эффективности его использования.

Решение данной задачи в нынешних условиях вынуждает менеджмент крупных компаний внедрять лучшие мировые практики в бизнес-процессы управления ремонтным делом. Создание системы управления надежностью активов одна из тех лучших практик которая сегодня находится в активной стадии становления и самоопределения на российских предприятиях [1].

Как показывает практика внедрения импортных процессных технологий очень важно учитывать «особенности национального менеджмента». Так как без глубокого переосмысления и адаптации под условия функционирования российского производства применение инструментов, методик и регламентов не дает ожидаемого эффекта, достигнутого в зарубежных бизнес-системах [2].

Таким образом важнейший этап сопоставления, анализа и разработки адаптивного функционального контура системы надежности реализуется в российских промышленных компаниях самостоятельно и имеет как точки соприкосновения, так и кардинальные различия.

В работе рассматривается стандартный набор функциональных задач, возложенных на инженеров по надежности предприятий горнодобывающей и металлургической отрасли (на примере ПАО «ГМК «Норильский никель») и сопоставление с инженерно-техническими работниками аналогичного направления в других российских, а также зарубежных компаниях. Отмечены ключевые различия и сформулирована гипотеза о функциональных границах системы эксплуатационной надежности активов [3].

Список используемых источников

1. Гулати, Р. Техническое обслуживание и надежность. Лучшие практики / пер. с англ. К. Зырянов, В. Смирнов; под. ред. К. Зырянова, Б. А. Каца – Екатеринбург : К. А. Зырянов, 2023. – 792 с. – ISBN978-5-6042031-3-2.

2. Школа управления Сколково : официальный сайт. – Москва. – обновляется в течении суток. – URL: https//www.skolkovo.ru (дата обращения: 13.02.2024).

3. ГОСТ Р 27.001-2009. Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 01.09.2010 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 8 с.

УДК 621.77

Терентьев Д.В. (AuthorID: 449858), **Усанов М.Ю.** (AuthorID: 525681),
Шеметова Е.С. (AuthorID: 754695), **Фасхитдинова Ю.Р.** (учебный мастер)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТАЛЕМЕДНОЙ ПРОВОЛОКИ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Сталемедная проволока позволяет сочетать высокий уровень механических свойств сердечника с высокой электропроводностью, коррозионной стойкостью, жаростойкостью, адгезионной способностью и широко используется в воздушных линиях связи, шахтных канатах, плетенных и тканых сетках и т.д. Основным способом изготовления сталемедной проволоки является волочение в волоках. При волочении происходит изменение отношения прочности сердечника и оболочки, значительно изменяются их пластические свойства. В результате этого возникает неравномерность деформации, составляющих сталемедной проволоки, что изменяет прочность их соединения и приводит к потере устойчивости пластической деформации материала оболочки или сердечника. Устойчивость процесса волочения биметаллической проволоки во многом определяется напряженно-деформированным состоянием (НДС) проволоки, как в очаге деформации, так и на входе и выходе из него.[1–3]. В работе проведено аналитическое исследование влияния степени единичной деформации и рабочего угла волоки на изменение напряженно-деформированного состояния сталемедной проволоки в очаге деформации. Показано, что предложенная модель учитывает все ранее полученные методом координатной сетки закономерности, но при этом значительно ускоряет и упрощает процесс расчета деформированного состояния, позволяет получать значения, действующих на проволоку напряжений и проектировать фактический очаг деформации.

Список используемых источников

1.Шумилин, И. М. Условия устойчивого волочения биметаллической проволоки / И.М. Шумилин // Сталь. – 1977. – № 12. – С. 1124–1125.

2. 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.

3. Харитонов, В. А. Анализ процесса волочения в монолитной волоке при моделировании в программном комплексе Deform-3d [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Харитонов, М.Ю. Усанов. – ФГБОУ ВО "Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова". - Электрон. текстовые дан. (172 Мб). - Магнитогорск: ФГБОУ ВО "МГТУ им. Г.И. Носова", 2018

УДК 621.7

Платов С.И. (AuthorID: 409446), **Перминова А.В.** (AuthorID: 997846),
Лукьянчиков А.Д. (аспирант), **Фасхитдинова Ю.Р.** (учебный мастер)

ПОДХОДЫ И ТЕНДЕНЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТОЛСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТА ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

К толстолистовому прокату ответственного назначения предъявляются особые требования по геометрическим параметрам и механическим свойствам. Этот прокат используется для изготовления газонефтепроводных труб большого диаметра, а также судо- и мостостроительных сталей [1]. Потребители предъявляют высокие требования к металлу для таких труб.

Применение высококачественного толстолистового проката ответственного назначения позволяет обеспечить надежность и долговечность конструкций, в которых он используется [2]. Это способствует снижению риска аварий и повышению общей безопасности объектов, где применяются такие изделия.

Настоящая работа посвящена исследованию и систематизации существующих научных подходов и практических решений в области производства толстолистового проката ответственного назначения. Также изучены современные и перспективные тенденции развития требований к прокату, связанные с усложнением конструктивных решений и ужесточением экологических норм. Целью данной работы является разработка рекомендаций по выбору оптимальных технологических решений и формированию комплекса свойств проката, обеспечивающих его конкурентоспособность на рынке и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

В ходе работы на основе аналитического обзора было установлено, что для достижения высоких показателей прочности и пластичности толстолистового проката необходимо внедрять в производство передовые методы контролируемой прокатки и ускоренного охлаждения. Также следует уделить внимание усовершенствованию технологий выплавки, внепечной обработки, непрерывной разливки и оптимизации химического состава. Эти мероприятия позволят повысить качество продукции и улучшить ее эксплуатационные характеристики.

Список используемых источников

1. Чикишев, Д. Н. Анализ особенностей производства высокопрочного толстолистового проката со специальными эксплуатационными свойствами / Д.Н. Чикишев, Е.Б. Пожидаева // Металлообрабатывающие комплексы и робототехнические системы - перспективные направления научно-исследовательской деятельности молодых ученых и специалистов : Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. – Курск: 2015. – С. 212-216.

2. Разработка режимов контролируемой прокатки трубной заготовки повышенных классов прочности [Текст] : монография / В.М. Салганик, Д.Н. Чикишев, С.В. Денисов [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова. - Магнитогорск : Изд-во Магнитогорского гос. технического ун-та им. Г. И. Носова, 2016. - 87 с. : ил., табл.; 20 см.; ISBN 978-5-9967-0885-7.

УДК 621.787

Звягина Е.Ю. (AuthorID: 754062), **Перминова А.В.** (AuthorID: 997846),
Лукьянчиков А.Д. (аспирант)

АНАЛИЗ ЛАЗЕРНОГО ТЕКСТУРИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ВАЛКОВ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ

Качество продукции в холодной прокатке, а именно листовой стали, сильно зависит от микротопографии поверхности рабочих валков. Традиционные методы обработки, такие как дробеструйное или электроэрозионное текстурирование, имеют ограничения в точности и износостойкости. Лазерное текстурирование, благодаря высокой скорости и точности обработки, открывает новые возможности для улучшения качества и долговечности оборудования, что особенно важно в условиях интенсивных производственных нагрузок.

Анализ применения лазерного текстурирования рабочих валков для холодной прокатки, показывает его преимущества перед традиционными методами. Для более полного представления произведен комплексны анализ существующих методов текстурирования с исследованием параметров шероховатости (Ra) и плотности микроструктуры (Pc).

Лазерное текстурирование является передовым методом текстурирования валков имеющее ряд существенных достоинств.

1.Значительно улучшает срок службы оборудования, обеспечивая увеличение пробега между перевалками на 20-40% по сравнению с традиционными методами, а так же создается устойчивая текстура, которая сохраняет свои характеристики даже после длительного срока эксплуатации.

2. Обработка валков с использованием лазера позволяет точно контролировать шероховатость (Ra = 1,2–5,0 мкм) и плотность микроструктуры (Pc = 45–150 ед/см), что критически важно для получения стабильных и предсказуемых характеристик поверхности в процессе прокатки.

3. Лазерное текстурирование не вызывает механических повреждений на поверхности, так как не требует контакта с обработанным материалом. Это предотвращает появление трещин, микротрещин, которые могут возникнуть при механической обработке или электроэрозионной обработке.

Лазерное текстурирование является высокоэффективным и перспективным методом для обработки рабочих валков. Этот метод позволяет не только улучшить качество производимой продукции, но и значительно снизить эксплуатационные затраты. Лазерное текстурирование обеспечит стабильность процесса прокатки и повысит экономическую эффективность производства, что делает его незаменимым инструментом в металлургической отрасли.

Список используемых источников

1. Ласьков, С.А. Опыт освоения производства х/к листа в ЛПЦ-11. Совершенствование технологии в ОАО «ММК» / С.А. Ласьков. – Магнитогорск: ММК, 2011. – 78 с.

2. Лазерное текстурирование поверхности прокатных валков. Laser texturing of rolled surfaces / He Yunfeng, Du Dong, Liu Yingand others // XiongLijuan Tsinghua S ei. and Technol. 2003, vol. 8, no. 2, pp. 236-240

УДК 621.86

Терентьев Д.В. (AuthorID: 449858), **Точилкин В.В.** (AuthorID: 616003),
Шленкин С.А. (аспирант)

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ПРИВОДА КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ЗАХВАТА И ПОДЪЕМА ЭЛЕКТРОДА

Внедрение и развитие перспективных технических решений дуговых сталеплавильных печей (ДСП) и установок электрошлакового переплава (ЭШП) – актуальная задача [1-5], которая определяет уровень выплавки электростали. Определение рациональной схемы пневмосистемы оборудования для крепления электрода ДСП и ЭШП имеет важное значение [1]. Разработаны пневмо- и гидросхемы манипуляторов для зажима - разжима электрода и отдельные конструкции для металлургических машин [2-4]. Показано влияние параметров пневмо- и гидропривода на работу ДСП [3]. Механизм зажима – разжима электродов один из основных узлов ДСП. Пневмопривод зажима оснащается цилиндрами, которым присущи недостатки: цилиндры работают в зоне высоких температур со стороны электрода, подвижные элементы и уплотнения цилиндра нагреваются, что приводит к значительным утечкам воздуха; уплотнения в результате нагрева быстро выходят из строя, это приводит при работе ДСП и ЭШП к сбою рабочего цикла получения заданного количества жидкой стали [1, 2]. Эффективно использовать в качестве двигателя силовой пневматический элемент (ПЭ), а также включить в пневмосхему контур, обеспечивающий охлаждение ПЭ. Отсутствие подвижных уплотнений позволит обеспечить рациональную работу механизма зажима. Предлагаемую схему можно рекомендовать к внедрению при эксплуатации автоматизированной системы управления процессом плавки на ДСП и ЭШП.

Список используемых источников

1. Точилкин В.В., Платов С.И., Шленкин С.А., Челпин Д.С. Рационализация пневмосхемы механизма крепления электрода электропечи // Сталь. 2024. №. 11. С. 46 – 48.
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.
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.
4. Tochilkin V.V., Boldyrev Z.A. Modernization of the hydraulic drive opening and closing the chure door for rail cars in coke-quenching systems // Coke and Chemistry. 2023. Vol. 66. No. 3. P. 130 – 134.
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.

УДК 621.746.047:669.054.2

Платов С.И. (AuthorID: 409446), **Михалев С.А.** (директор)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ УСТАНОВОК НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ И ДЕФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Даны основные результаты модернизации конструкций агрегатов машин непрерывного литья и деформации заготовок (МНЛДЗ) для получения сортовых заготовок, обеспечивающих прохождение жидкой стали: промежуточный ковш (ПК) – кристаллизатор машины. Представлены процессы управления потоками металла в рассмотренном оборудовании [1]. Отмечены особенности конструкции агрегатов и узлов МНЛДЗ, которые обеспечивают рациональное прохождение разливаемого металла в системе ПК-КР. Отмечены модернизированные компоновки приемных и разливочных камер ПК МНЛДЗ [2]. Дано моделирование работы оборудования ПК в процессе прохождения жидкой стали. Модель описывает движение жидкого металла в системе [2-5]. Отмечено существенное влияние модернизированного оборудования приемных камер ПК на параметры потока металла [3, 4]. Совершенствование огнеупорных изделий разливочных и реакционных камер в целях рационального формирование потоков металла создает условия для повышения качества разливаемой стали на МНЛДЗ [4, 5].

Список используемых источников

1. Гидравлический привод литейно-прокатных комплексов: Учебник / А.И. Рудской, С.И. Платов, Д.В. Терентьев, В.В. Точилкин. - СПб. : - ПОЛИТЕХ-ПРЕС, 2024. – 343 с.

2. Точилкин Виктор В., Терентьев Д.В., Точилкин Василий В., Филатова О.А. Развитие конструкций для защиты жидкой стали при разливке на МНЛЗ // Металлург. 2022. № 10. С. 118–120.

3. Михалев А.В. Развитие технологии непрерывного литья и деформации заготовок с применением установки С-CAD // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 5-1. С. 71 - 75.

4. Платов С.И., Михалев А.В., Шевелев М.М., Звягина Е.Ю. Опыт эксплуатации промышленной установки непрерывного литья и деформации c-cad (continuous casting and deformation) в условиях ОАО «Уральский трубный завод». Актуальные проблемы прочности: материалы LXVIII международной научной конференции: Витебск, 27-31 мая 2024 года / под ред. В.В. Рубаника. - Минск: «ИВЦ Минфина». 2024. с. 159-161.

5. Точилкин Виктор. В., Камалихина З.В., Точилкин Вас. В., Филатова О.А. Развитие конструкций промежуточного ковша машин непрерывного литья заготовок на основе моделирования // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 5-2. С. 251-254. DOI: 10.17513/snt.39179.

УДК 621.746.047:669.054.2

Носачев Д.С. (аспирант)

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Современное металлургическое оборудование, оснащенное системами пневматического и гидравлического приводов: установки для разливки металла, прокатные станы, ножницы 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. Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи: выполнен расчет основных параметров гидравлического привода; выбрана гидроаппаратура, проведен экономический расчет эффективности предложения [1]. Предлагаем произвести модернизацию гидравлической системы на базе распределителей с пропорциональным управлением [2]. 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 по замене валков [3]. Эффект от внедрения будет получен за счет сокращения времени на обслуживание и ремонты [4, 5].

Список используемых источников

1. Гидравлический привод литейно-прокатных комплексов: Учебник / А.И. Рудской, С.И. Платов, Д.В. Терентьев, В.В. Точилкин. - СПб. : - ПОЛИТЕХ-ПРЕС, 2024. – 343 с.
2. 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.
3. Tochilkin V.V., Boldyrev Z.A. Modernization of the hydraulic drive opening and closing the chure door for rail cars in coke-quenching systems // Coke and Chemistry. 2023. Vol. 66. No. 3. P. 130 – 134.
4. 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.
5. Точилкин В.В., Платов С.И., Шленкин С.А., Челпин Д.С. Рационализация пневмосхемы механизма крепления электрода электропечи // Сталь. 2024. №. 11. С. 46 – 48.

Работа выполнена под научным руководством Платова С.И. (*AuthorID: 409446*)

УДК 621.746.047

Михалев А.В. (аспирант), **Лернер М.М.** (коммерческий директор)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМЫ КРИСТАЛЛИЗАТОР – ЗОНА ДЕФОРМАЦИИ УСТАНОВКИ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ И ДЕФОРМАЦИИ

Рассмотрена модернизация конструкций систем кристаллизатор – зона деформации машины непрерывного литья и деформации (МНЛДЗ) [1]. Совершенствование оборудования непрерывной разливки стали, в частности, кристаллизаторов необходимо для обеспечения эффективной работы зоны деформации МНЛДЗ. Важнейшим условием совершенствования конструкций кристаллизаторов - анализ и оценка происходящих в нем процессов непрерывной разливки. Разработаны конструкции оборудования кристаллизатора [2]. Показано существенное влияние параметров модернизируемого оборудования на работу кристаллизатора и МНЛДЗ в целом [3]. Механизм, обеспечивающий деформацию заготовок, один из основных узлов машины. Он рационализирует разливку непрерывно литого слитка. Разработка конструкций и систем кристаллизатора МНЛДЗ позволит обеспечить эффективную работу в периоды работы металлургических машин и обеспечит их рациональное функционирование и охлаждение [4].

Список используемых источников

1. Михалев А.В. Развитие технологии непрерывного литья и деформации заготовок с применением установки С-CAD//Современные наукоемкие технологии. 2024. № 5-1. С. 71 - 75.

2. Платов С.И., Михалев А.В., Шевелев М.М., Звягина Е.Ю. Опыт эксплуатации промышленной установки непрерывного литья и деформации c-cad (continuous casting and deformation) в условиях ОАО «Уральский трубный завод». Актуальные проблемы прочности: материалы LXVIII международной научной конференции: Витебск, 27-31 мая 2024 года / под ред. В.В. Рубаника. - Минск: «ИВЦ Минфина». 2024. с. 159-161.

3. Гидравлический привод литейно-прокатных комплексов: Учебник / А.И. Рудской, С.И. Платов, Д.В. Терентьев, В.В. Точилкин. - СПб. : - ПОЛИТЕХ-ПРЕС, 2024. – 343 с.

4. Точилкин Виктор В., Терентьев Д.В., Точилкин Василий В., Филатова О.А. Развитие конструкций для защиты жидкой стали при разливке на МНЛЗ // Металлург. 2022. № 10. С. 118–120.

Работа выполнена под научным руководством Платова С.И. (*AuthorID: 409446*)

УДК 621.746.047:669.054.2

Андросенко М.В. (AuthorID: 552504), **Точилкин В.В.** (AuthorID: 616003),
Крайний И.В. (ведущий инженер конструктор)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМЫ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫЙ КОВШ – ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОВШ – КРИСТАЛЛИЗАТОР СОРТОВЫХ МНЛЗ

Представлены результаты моделирования и совершенствования конструкций оборудования манипуляторов и узлов системы сталеразливочный ковш - промежуточный ковш - кристаллизатор машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) для производства сортовых заготовок, обеспечивающих прохождение жидкой стали [1, 2]. Представлены элементы манипуляторов, обеспечивающих установку и закрепление устройств, для прохождения жидкой стали из сталеразливочного ковша в ПК, через ПК и далее в кристаллизатор (КР). Дано моделирование работы оборудования и манипуляторов с системами гидравлического привода [3-5] для подачи стали в ПК и КР в процессе прохождения жидкой стали [2]. Модель описывает движение жидкого металла в оборудовании манипуляторов и агрегатов системы ПК – КР [1]. Отмечено существенное влияние созданного и модернизированного оборудования МНЛЗ на удаление неметаллических включений [2]. Совершенствование конструкций для рационального формирование потоков металла создает условия для повышения качества разливаемой стали [2].

Список используемых источников

1. Точилкин Виктор В., Терентьев Д.В., Точилкин Василий В., Филатова О.А. Развитие конструкций для защиты жидкой стали при разливке на МНЛЗ // Металлург. 2022. № 10. С. 118–120.
2. Точилкин Виктор. В., Камалихина З.В., Точилкин Вас. В., Филатова О.А. Развитие конструкций промежуточного ковша машин непрерывного литья заготовок на основе моделирования // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 5-2. С. 251-254. DOI: 10.17513/snt.39179.
3. Гидравлический привод литейно-прокатных комплексов: Учебник / А.И. Рудской, С.И. Платов, Д.В. Терентьев, В.В. Точилкин. - СПб. : - ПОЛИТЕХ-ПРЕС, 2024. – 343 с.
4. Tochilkin V.V., Boldyrev Z.A. Modernization of the hydraulic drive opening and closing the chure door for rail cars in coke-quenching systems // Coke and Chemistry. 2023. Vol. 66. No. 3. P. 130 – 134.
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.

УДК 621.771

Миянов А.Г. (AuthorID: 1217180), **Платов С.И.** (AuthorID: 409446),
Фасхитдинова Ю.Р. (учебный мастер)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ НА ПЛОСКОСТНОСТЬ ПОЛОС

Высокая конкуренция на рынке металлопроката и постоянное развитие секторов промышленности, использующих холоднокатаный прокат в качестве сырья, приводит к тому, что потребители выдвигают все более высокие требования к плоскостности не только листового, но и рулонного холоднокатаного проката [1].

Считается [2], что образование дефектов плоскостности обусловлено сочетанием воздействия ряда параметров, в числе которых можно выделить параметры горячекатаной полосы, состояние рабочих и опорных валков, технологические параметры прокатки и др.

Проведенные исследования [1,2] механизма формирования плоскостности в процессе холодной прокатки выявили зависимость образования дефектов плоскостности прокатываемых полос от неравномерного распределения коэффициентов вытяжки по ширине очага деформации. Однако в процессе холодной прокатки оперативное воздействие на полосу оказывается одновременно несколькими локальными системами управления отдельными устройствами и механизмами стана холодной прокатки такими, как противоизгиб, осевая сдвижка, перекос рабочих валков, многозонное охлаждение и т.д. Все современные станы холодной прокатки, как правило, оснащены указанными системами регулирования плоскостности полосы.

Таким образом, для улучшения плоскостности холоднокатаного проката из низкоуглеродистых марок стали требуется определить достаточную величину противоизгиба рабочих валков i-й клети $\left[K^i_{\text{изг}}\right]$, осевой сдвижки рабочих валков i-й клети $\left[K^i_{\text{сд}}\right]$, перекоса рабочих валков i-й клети $\left[K^i_{\text{п}}\right]$, определяемые как зависимость от параметров и состояния рабочих валков в i-й клети $\left[K^i_{\text{РВ}}\right]$, параметров горячекатаного подката $\left[K_{\text{под}}\right]$ и готовой продукции $[K_{\text{ГП}}]$, условий прокатки (натяжение, скорость, усилие, обжатие и др.) в i-й клети $\left[K^i_{\text{УП}}\right]$, заданной кривой распределения планшетности $[K_{\text{РП}}]$:

$$K^i_{\text{изг}} = f\left(K^i_{\text{РВ}}, K_{\text{под}}, K_{\text{ГП}}, K^i_{\text{УП}}, K_{\text{РП}}\right)$$
$$K^i_{\text{сд}} = f\left(K^i_{\text{РВ}}, K_{\text{под}}, K_{\text{ГП}}, K^i_{\text{УП}}, K_{\text{РП}}\right)$$
$$K^i_{\text{п}} = f\left(K^i_{\text{РВ}}, K_{\text{под}}, K_{\text{ГП}}, K^i_{\text{УП}}, K_{\text{РП}}\right)$$

Список используемых источников

1. Тимофеева М.А., Гарбер Э.А. Улучшение плоскостности холоднокатаных стальных полос путем воздействия на нестабильные параметры технологии горячей и холодной прокатки // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2017. – № 12. – С. 51-55.

2. Бартхольдт Х., Копин Ф., Джелали М. Универсальная модель плоскостности для оптимизации процесса холодной прокатки // Черные металлы. – 2015. – № 3 (999). – С. 53-58.

УДК 669.056.92

Кургузов С.А. (AuthorID: 361820), **Звягина Е.Ю.** (AuthorID: 754062),
Шаченко И.В. (магистрант)

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОКРАШИВАНИЯ УЗКОЙ СТАЛЬНОЙ ДВИЖУЩЕЙСЯ ЛЕНТЫ

Стальная лента используется в самых разных сферах – от упаковки грузов до производства металлоконструкций и машиностроения, поэтому она должна обладать рядом необходимых качеств: высокой прочностью, устойчивостью к коррозии, термостойкостью, экономичностью и др. Эти качества делают стальную ленту незаменимым материалом в различных производственных процессах.

Окрашивание стальной движущейся ленты осуществляется различными способами в зависимости от требуемого качества покрытия, условий производства и типа используемого оборудования. Основные варианты окрашивания:

Методом погружения - это классический метод, при котором лента погружается в емкость с жидким лакокрасочным материалом. Он особенно эффективен для длинных и узких полос, таких как стальные ленты.

Преимущества: равномерное покрытие всей поверхности; возможность обработки больших объемов материала.; экономичное использование краски.

Недостатки: ограниченный контроль над толщиной слоя; необходимость удаления избытков краски после погружения.

Электрофорез (катофорез) - этот метод основан на использовании электрического поля для осаждения заряженных частиц краски на металлическую ленту. Лента погружается в ванну с водным раствором краски, и через нее пропускается электрический ток.

Преимущества: отличная адгезия и равномерность покрытия; высокая степень защиты от коррозии; минимальные потери краски.

Недостатки: требуется специальное оборудование и квалифицированный персонал; сложность процесса и необходимость строгого соблюдения технологии.

Также существуют методы: распыление краски, вальцовое нанесение (роликовый метод), порошковое окрашивание и др.

Каждый из вышеперечисленных методов имеет свои сильные и слабые стороны, поэтому выбор способа окрашивания стальной движущейся ленты должен основываться на конкретных требованиях проекта, условиях производства и бюджете. Из вышеперечисленных предпочтительным является первый метод.

Список используемых источников

1. Веденов Г.Н «Окраска металлических поверхностей. Общемашиностроительные типовые и руководящие материалы в области технологии и организации производства, ОМТРМ 7312-010-78». — 6-е изд. — Москва, 1978г. — С. 364.

2. Морозова В. С. «Важные аспекты процессов окраски металлических изделий лакокрасочными составами» // Исследования молодых учёных : материалы LXXVIII Международной научной конференции (г. Казань, март 2024 г.). — Казань : Молодой учёный, 2024. — С. 8–13.

УДК 67.05

Кургузов С.А. (AuthorID: 361820), **Шарафутдинов Д.М.** (магистрант)

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОКАРНОГО СТАНКА С ЦЕЛЪЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В настоящее время значительная часть станочного парка в России сохранилась со времен СССР, используются станки прошлых лет, конструкция которых не отвечает современным требованиям. При этом спрос на изделия с механической обработкой повышается, как и требования к их качеству и точности. Поэтому разработка и применение комплекта оборудования для модернизации металлообрабатывающих станков, который закрывал бы потребности потребителей, и был доступнее существующих аналогов, является актуальной научно-технической задачей.

Поэтому была сформулирована цель - разработать комплект оборудования числового программного управления для модернизации металлообрабатывающих станков, минимально изменив при этом существующую конструкцию станка так, чтобы сохранить возможность ручного управления.

Научно-техническая часть проекта заключается в оригинальности подходов модернизации станков, а именно в установке комплекта оборудования на стандартные ходовые винты станка. Отличительной особенностью разрабатываемых решений от известных аналогов является применение комплекта оборудования, который включает в себя контроллер ЧПУ, асинхронные двигатели для приводов подач, частотные преобразователи, набор энкодеров и система управления электроприводом. Представленный подход позволяет исключить установку дорогостоящих шариковинтовых передач, что уменьшает смету на оборудование.

В результате выполнения проекта будет разработан прототип комплекта для модернизации металлообрабатывающих станков, который будет обладать конкурентными преимуществами:

1. Высокая точность позиционирования до 0,001 мм.;
2. Применение мощного привода, который позволит повысить ускорение перемещения до 100 мм/с;
3. Сохранение возможности работы станка в ручном режиме.

Список используемых источников

1. Кургузов, С. А. Металлорежущие станки : Коспект лекций / М-во образования Рос. Федерации. Магнитогор. гос. техн. ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ, 2003. – 61 с.

2. Кравцов, А. Г. Современные многофункциональные и многоцелевые металлорежущие станки с ЧПУ и обеспечение точности и стабильности реализации на них технологических процессов / А. Г. Кравцов, А. А. Серегин, А. И. Сердюк. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2018. – 113 с.

УДК 669-176:669.017.3

Урцев Н.В. (AuthorID: 1070264), **Масленников К.Б.** (AuthorID: 1000546)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБНОЙ СТАЛИ ПРИ КТМО

Потребительские свойства стали, такие как прочностные и пластические характеристики, определяются ее фазовым и структурным состоянием [1]. Одной из основных задач проектирования технологий производства проката из трубных марок сталей является подбор параметров контролируемой термомеханической обработки (КТМО), обеспечивающих формирование требуемого фазового и структурного состояния [2]. В работе представлено исследование структурного состояния стали 06Г2МБ при КТМО в линии толстолистового стана горячей прокатки, произведенной по промышленно-опытным режимам, существенно отличавшимися температурами горячей прокатки и интенсивностью ускоренного охлаждения (УО) [1,3]. С использованием модели, описывающей формирование послойного структурного состояния горячего проката [4], установлено, что наибольшее влияние на конечную структуру стали оказывает скорость транспортировки листа в линии УО – повышение значения данного параметра от 1 м/с до 1.9 м/с приводит к приросту объемной доли бейнита на ~21 % [3]. Модельные расчеты подтверждены металлографическими исследованиями и механическими испытаниями образцов, отобранных от листов, произведенных по опытно-промышленным режимам. Установлено, что увеличение объемной доли бейнита приводит к значительному повышению уровня прочностных характеристик трубной стали [3,4].

Список используемых источников

1. Lobanov M.L., Khotinov V.A., Danilov [et al.] Tensile Deformation and Fracture Behavior of API-5L X70 Line Pipe Steel // Materials. 2022. 15(2). P. 501.

2. Платов С.И., Огарков Н.Н., Терентьев Д.В., Железков О.С., Рубаник В.В., Вассал Ж.П. Развитие теории и технологии проектирования машин, агрегатов и инструмента в процессах обработки давлением и резания // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1 (45). С. 112–114.

3. Лобанов М.Л., Платов С.И., Зорина М.А., Урцев Н.В., Масленников К.Б. Влияние режимов контролируемой термомеханической обработки на структурно-текстурные состояния низкоуглеродистой низколегированной стали // Металловедение и термическая обработка металлов. 2023. № 8(818). С. 27–35.

4. Платов С.И., Горбатюк С.М., Лобанов М.Л., Масленников К.Б., Урцев Н.В. [и др.] Математическая модель процесса ускоренного охлаждения металла при толстолистовой горячей прокатке // Металлург. 2022. № 4. С. 89–93.

Работа выполнена под научным руководством Платова С.И.

УДК 621.778.1:004.9

Керимова Л.Ф. (AuthorID: 926416), **Макаров Б.Б.** (студент)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНАЛИТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА УСИЛИЯ ВОЛОЧЕНИЯ КАТАНКИ ИЗ ШХ15 С РЕЗУЛЬТАТАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЛОЧЕНИЯ

В связи с активным развитием промышленности в нашей стране, в частности производства игольчатых подшипников различного типоразмера, была поставлена задача рассчитать усилие волочения катанки из шарикоподшипниковой стали марки ШХ15 и сравнить полученные результаты со значениями компьютерного моделирования процесса волочения методом конечных элементов.

Произведен сравнительный анализ аналитического расчёта усилия волочения катанки из стали ШХ15 с результатами компьютерного моделирования процесса волочения. Исследовано влияние различных параметров на усилие волочения и оценена точность обоих методов. Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации процесса волочения и повышения его эффективности.

Результат проделанной работы – это комплексный расчет процесса волочения по технологическому маршруту. Согласно полученным значениям усилия волочения, расхождение составило 15,37 %. При оценке других полученных значений путем аналитического расчета и компьютерного моделирования был вычислен диапазон расхождения от 0,81 до 18,44 %, который обусловлен выбором степени единичного обжатия при аналитическом расчете, а также не были учтены незначительные влияния окружающей среды и других параметров волочения. На основании полученных значений будет выбрано оборудование для технологической линии волочения шарикоподшипниковой стали марки ШХ15, а также скорректированы режимы волочения при запуске производства.

Список используемых источников

1. Белаш, В.В. Технология производства калиброванной проволоки для изготовления тел качения подшипников/ В.В. Белаш, Ю.И. Козырева, Ю.С. Белаш // Литье и металлургия. 2023. № 3. С. 59–64. https://doi.org/10.21122/1683-6065-2023-3-59-64.

2. Кальченко А.А., Рузанов В.В. Волочение проволоки. Часть 1: учеб. пособие. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2011. – 55 с.

3. 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. https://doi.org/10.18503/1995-2732-2024-22-3-170-177.

Работа выполнена под научным руководством Платова С.И.

УДК 621.89.017

Дема Р.Р. (AuthorID: 309460), **Левко П.М.** (аспирант)

ОЦЕНКА ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ КОКИЛЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ РАБОЧЕГО СЛОЯ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ МЕТОДОМ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК*

Решена задача изменения теплового состояния кокиля в процессе центробежного литья. С этой целью проведены замеры изменения теплового состояния наружной поверхности кокиля с помощью тепловизора. Полученные данные использовались для разработки математической модели, позволяющей определять тепловое состояние кокиля, затвердевающего рабочего слоя на протяжении всего процесса литья.

Полученные результаты будут использованы для разработки методики подбора материала и толщины стенок кокиля с целью обеспечения оптимального теплового режима литья и стабильного функционирования самой конструкции установки центробежного литья. Жаростойкие стали и специальные покрытия улучшают теплообмен и продлевают срок службы кокиля. Толщина стенок должна быть сбалансированной, чтобы обеспечить равномерное распределение тепла и эффективное охлаждение.

Список используемых источников

1. Центробежное литье прокатных валков. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 11814 / И.М. Ячиков, К.Н. Вдовин, М.В. Антонов. М.: ФГНУ «Государственный координационный центр информационных технологий», 2008. № 50200802315.

2. Система компьютерного моделирования литейных процессов «МКМ LVMFlow» // www.lvm.mkmsoft.ru.

3. Будагъянц Н. А., Каррский В. Е. Литые прокатные валки. М.: Металлургия, 1983. 175 с.

** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-00808, https://rscf.ru/project/23-29-00808.*

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, Проект № FZRU-2023-0008.

УДК 531.781.2: 621.835.2

Конев С.В. (AuthorID:691772), **Кенарь Е.В.** (AuthorID: 691117),
Куликов С.С. (AuthorID: 1278508), **Осипов М.С.** (студент)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКСЦЕНТРИКОВОГО КУЛАЧКА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Целью работы является исследование распределения напряжений по телу кулачка методом конечных элементов, для выработки рекомендаций по оптимизации как выбора материала кулачка, так и его размеров в случае использования эксцентрикового кулачка. Актуальность работы подтверждается широким применением кулачкового механизма в промышленной и бытовой технике. При этом преимущественно используются лишь экспериментальные данные о прочности его основной детали - кулачка.

Методика работы заключалась в использовании модуля Studio [1] программного комплекса «WinMachin» (разработчик – Российская компания «НТЦ АПМ»). Полученная методом конечных элементов карта результатов этой программы позволяет оценить напряженно-деформированное состояние одновременно во всех точках модели.

Для отработки методики использован эксцентриковый зажимной кулачковый механизм в геометрии повсеместно применяемой прижимной рукоятки, с круглым кулачком-эксцентриком [2]. Для получения адекватной карты результатов, контурное нагружение модели выполнено авторами в полном соответствии с реальными условиями работы исследуемой детали. Параметры площадки контакта эксцентрика с опорной поверхностью рассчитаны по формуле Герца [3]. Это позволило задать радиальную упругую деформацию кулачка при нагружении модели.

Результаты исследования позволяют подбирать материал и определять размеры эксцентрикового зажимного устройства на основе теоретических данных.

Список используемых источников

1. АПМ Studio. Руководство пользователя. Научно-технический центр АПМ. – Режим доступа https://apm.ru/downloads/188/APM-Studio.pdf?ysclid=m5oxvongvp489182685 – свободный (дата обращения: 30.01.2025).

2. Прижимные ручки с эксцентриковым кулачком GN927. Режим доступа https://fam-drive.ru/furnitura/prizhimnye-ruchki-s-ekscentrikovym-kulachkom-gn-927 - свободный (дата обращения 30.01.2025).

3. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. - М: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979-560 с.

УДК 621.791

Дуденков М.А. (аспирант), **Колобов В.Н**. (начальник лаборатории)

ПРИМЕНЕНИЕ СВАРОЧНЫХ КАРЕТОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕХА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ООО «МРК»

В настоящее время в машиностроительном производстве при изготовлении металлоконструкций всё более востребованы сварочные каретки. Это одно из современных средств механизации и автоматизации сварочного процесса.

Сварочная каретка представляет собой самоходный механизм, перемещающий сварочную горелку для сварки со сварочной скоростью по траектории сварного стыка. Небольшой размер каретки дает возможность ее применения в самых труднодоступных местах [1]. Данное устройство обеспечивает выполнение швов различных видов и длины, исключая ошибки сварщика и обеспечивая при этом высокое качество сварного шва.

Типовая сварочная каретка состоит из опорной платформы, на которой в зависимости от комплектации установлены: привод перемещения, механизм удержания на свариваемом изделии, держатель сварочной горелки и блок управления; также существует возможность дополнительного оснащения каретки блоком колебаний горелки (в зарубежной литературе его часто называют осциллятором) углового или линейного типа [2].

Внедрение нового вида технологической оснастки в цехе металлоконструкций позволит улучшить качество сварного шва, повысить производительность труда, автоматизировать производство и улучшить условия труда сварщиков.

Список используемых источников

1. Сварочные каретки как основное средство малой автоматизации в судостроении [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.alfa-industry.ru/news/115/8042/.

2. Рейтинг лучших сварочных тракторов и кареток на 2025 год. [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://vyborok.com/rejting-luchshih-svarochnyh-traktorov-i-karetok/.

УДК 621.8

Крайний И.В. (AuthorID: 1144768), **Умуткужин Ф.Ф.** (ведущий специалист)

МОДЕРНИЗАЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО СТЕНДА С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ АССОРТИМЕНТА КОНТРОЛИРУЕМЫХ ТЮБИНГОВ

Тюбинг – элемент сборного крепления подземных сооружений (шахтных стволов, тоннелей, бункеров и др.). Тюбинги являются отдельными сегментами тоннельного кольца.

Универсальный стенд предназначен для контрольной сборки тюбинговых колец. Использование универсального стенда позволяет контролировать качество изготовления тюбингов, качество сборки тюбинговых колец, выполнение принципа собираемости и взаимозаменяемости тюбингов, а также, соответствие изделий требованиям конструкторской документации.

Контрольная сборка тюбингов осуществляется на универсальном стенде для сборки тюбингов двух типоразмеров. В связи с увеличением ассортимента изготавливаемых тюбингов, в ООО «МРК» появилась потребность доработки конструкции существующего стенда под новые типоразмеры. На рисунке 1 представлен модернизированный универсальный стенд с 5 тюбингами.

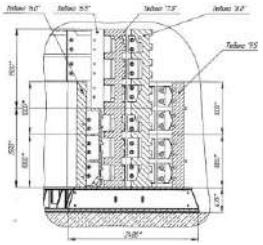


Рис. 1. Общий вид модернизированного стенда
с установленными тюбингами

Для решения данного вопроса предложен и разработан проект по модернизации стенда, с усилением конструкции, для сборки пяти типоразмеров тюбинговых колец, с обеспечением доступа для закрепления каждого тюбингового кольца на стенде, выполнены окна для доступа к креплению первого тюбингового кольца.

Список используемых источников

1. Лизин В. Т., Пяткин В. А. Проектирование тонкостенных конструкций – М. Машиностроение, 2003. – 437 с.

2. Ерёмин В. Г., Сафронов В. В., Схиртладзе А. Г., Харламов Г. А. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении – М. Машиностроение, 2002. – 398 с.

3. Гузенков П. Г. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1986. – 359 с.

4. Устиненко В. Л. Основы проектирования деталей машин. – Х.: Высшая школа, 1983. – 181 с.

5. Рыбаков В. М. Дуговая и газовая сварка. М., Высшая школа, 1981. 256 с.

6. Степанов В. В. Справочник сварщика. Изд. 4. – М. Машиностроение, 1983. – 560 с.

УДК 621.7.04

Подосян А.А. (AuthorID: 50433971), **Штомпель М.Е.** (инженер-технолог)

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И СБОРКИ ТЕЛЕЖЕК СПЕКАТЕЛЬНЫХ

Тележки спекательные входят в состав агломерационных машин агломерационного производства ПАО «ММК» и являются обязательной частью непрерывного производства агломерата для доменного производства.

Конструкция и технология изготовления спекательных тележек для ПАО «ММК» разработаны специалистами ООО «МРК». Тележки успешно изготавливаются в ООО «МРК» полностью из комплектующих собственного и российского производства, тем самым, обеспечивается техническая и технологическая независимость от сторонних поставщиков. Тележки спекательные изготавливаются как для нужд ПАО «ММК», так и для сторонних потребителей, в частности, ЕВРАЗ КГОК.

В связи с планируемым в 2025 г. демонтажом однокривошипного пресса простого действия 250 тонн, мод. КА2534, расположенного в механическом цехе, на котором осуществлялась вырубка профиля лепестковых крышек для спекательных тележек, возник вопрос изготовления лепестковых крышек или полной их замены, с наименьшими затратами и сохранением эксплуатационных свойств.

Для этого разработана новая конструкция штампа под пресс 100 тонн в сборочном отделении ЦРМО-3 и развертка детали крышка с выступами под лазерную резку и последующую штамповку. Штамп состоит из двух частей: пуансона и пресс-формы с формирующим профилем, учитывающим пружинение материала.

Изменена конструкция катка тележки спекательной. По аналогу с пресс-формой, предложена замена лепестковой крышки на обычную, с креплением к колесу болтами.

Так как спекательная тележка работает при повышенных температурах, до 700 ° С, по данным специалистов аглофабрики ПАО «ММК», имеет место риск выхода из строя маслёнки, из-за температурного воздействия пружина теряет свои свойства. Предложено исключение шарикопружинной маслёнки и использование вместо маслёнки стандартного маслопроходного отверстия 3/8 дюйма. Меняется конструкция колеса.

Изменение технологии изготовления лепестковых крышек, реконструирование деталей катка тележки спекательной позволят ежегодно получать значимый экономический эффект для ООО «МРК».

УДК 621.941

Ран М.А. (AuthorID: 1210936), **Макаров В.Ф.** (AuthorID: 374200)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА «ТВЕРДОГО» ТОЧЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАКАЛЕННОЙ СТАЛИ

Снижение трудоемкости изготовления деталей редукторов возможно путем замены существующей операции финишного шлифования закаленной поверхности на «твердое» точение, это приведет к уменьшению временных затрат процесса обработки, снижению стоимости производства и улучшению качественных характеристик получаемой поверхности за счет применения современных технологий и инструментов [1].

Ключевым параметром, определяющим применимость данного метода, является параметр максимальной температуры в зоне резания, который не должен превышать 1200 °С. С целью сокращения количества экспериментов предлагается смоделировать данный процесс и вывести теоретические зависимости температуры от геометрии режущего инструмента и температуры от режимов резания.

Моделирование проводилось с помощью программного обеспечения Third Wave AdvantEdge, на основе метода конечных элементов. Программа представляет собой CAE-продукт для моделирования процесса резания. Материал заготовки – сталь AISI-8617H с твердостью 59 HRC, материал режущего инструмента – цементированный карбид.

На основании проведенного литературного обзора были получены следующие диапазоны значений исследуемых параметров: передний угол γ = -5°… -15°, задний угол α = 5°…15°, радиус округления кромки ρ = 0,02…0,08 мм; скорость резания V = 160…200 м/мин, подача S = 0,05…0,3 мм/об, глубина t = 0,1…0,3 мм [2, 3].

При моделировании формируется база диапазонов значений геометрии режущего инструмента и режимов резания. На основании полученной базы диапазонов выводятся уравнения регрессии, по которым теоретически оценивается применимость операции «твердое» точение, для дальнейшего проведения лабораторного эксперимента.

Список используемых источников

1. Трегубов, А. В. Твердое точение - альтернатива точному шлифованию / А. В. Трегубов // Евразийский научный журнал. – 2015. – № 6. – С. 197-198. – EDN UKQPIF.

2. Performance Evaluation of Uncoated and Coated Carbide Tools During Hard Machining of AISI 4340 Steel/ Anshuman J. Das, Pawan Kumar, Ashish Agarawal, Akhtar Khan. – DOI:10.1007/978-981-16-3937-1_35. – Текст : непосредственный // Processing and Characterization of Materials. – 2021. – Vol. 13. – P. 349-356.

3. Suresh R. Experimental studies on the performance of multilayer coated carbide tool in hard turning of high strength low alloy steel/ R. Suresh, S. Basavarajappa, V.N. Gaitonde. – DOI:10.1557/jmr.2015.236. – Текст : непосредственный // Materials Research Society. – 2015. – Vol. 30. – P. 3056-3064.

УДК 665.6

Шибанов Д.А. (AuthorID:657464), **Медведь Е.А.** (студент)

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ СЕПАРАТОРОВ

В настоящее время сепараторы широко используются в нефтяной и нефтехимической промышленности: в добычи нефти, где нефть разделяют на сепараторах для отделения пластовой жидкости и подсчета соотношения добытого газа к нефти, а также на различных ступенях переработки. Для надежной эксплуатации оборудования требуется проводить регулярные техобслуживание, так как сепараторы работают в условиях высоких нагрузок, давления и агрессивных сред и наблюдать за ними необходимо для предотвращения аварий. Также, загрязнения или износ внутренних деталей сепаратора снижает качество разделения компонентов подаваемого сырья, что влияет на качество дальнейшей переработки и может добавить затраты на доочистку. Снижение уровня технического состояния сепараторов может стать причиной утечки нефти или газа, что приводит к загрязнению окружающей среды и экономическим потерям. Техническое обслуживание нефтегазовых сепараторов включает в себя очистку, замену изношенных деталей, контроль давления и температуры, а также своевременную диагностику для реализации стратегии обслуживания по фактическому состоянию. Повышение качества технического обслуживания сепараторов важно для обеспечения их надежной работы, предотвращения аварий, снижения затрат на ремонт и повышения эффективности разделения нефти, газа и воды. Для улучшения обслуживания предлагается внедрить современные технологии, такие как системы мониторинга на основе IoT (Интернета вещей), которые позволяют отслеживать состояние оборудования в режиме реального времени. Это поможет прогнозировать интенсивность изнашивания деталей и планировать замену до возникновения критических ситуаций. Также следует совершенствовать автоматизацию процессов диагностики и управления, для минимизации человеческого фактора и повышения точности измерений.

Список используемых источников

1. Родимкин, В. Н. Основные цели и задачи проектирования автоматизированной системы управления сепаратором нефтегазовой смеси / В. Н. Родимкин, В. Ф. Лубенцов // Современные проблемы и пути их решения в науке, производстве и образовании. – 2017. – № 1. – С. 18-21. – EDN ZUGBLL.

3. Хижняков, Ю. Н. Система управления уровнем нефти нефтегазового сепаратора в мобильной установке переработки нефти на базе нечеткой логики / Ю. Н. Хижняков, Е. Ю. Иняева // Автоматизированные системы управления и Информационные технологии: Материалы всероссийской научно-технической конференции, Пермь, 07–09 июня 2023 года. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2023. – С. 487-494. – EDN JCIVKQ.

3. Шмончева, Е. Е. Совершенствование нефтегазового сепаратора на морских нефтегазовых установках / Е. Е. Шмончева, В. А. Кузнецов // Булатовские чтения. – 2022. – Т. 2. – С. 34-36. – EDN WFEHPR

УДК 621.774.353

Першин О.В. (AuthorID: 1271473), **Беляев С.Ю.,**
Раскатов Е.Ю. (AuthorID: 418867), **Булганина М.Ю**. (AuthorID: 1046794)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В ЛИНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИВОДА И РАБОЧЕЙ КЛЕТИ ПРОШИВНОГО СТАНА ТПА 8-16”

Процесс прошивки по методу братьев Маннесман, известный с 1886 года, актуален и в сегодняшние дни, однако прошивные станы данного типа имеют на данный момент весьма почтенный возраст и требуют реконструкции, модернизации и усовершенствования существующей технологии. Проведение мероприятий по модернизации данных станов и усовершенствованию существующей технологии прошивки возможно лишь на основании результатов проведенных экспериментальных исследований, с учетом влияния всего многообразия факторов технологического процесса [1].

Для получения необходимых сведений, авторами был проведены промышленные эксперименты в заводских условиях на прошивном стане 8-16’’. Экспериментальные данные были получены по известной методике, неоднократно применяемой специалистами кафедры МиРМ УрФУ, при проведении ими аналогичных исследований [2]. Целью проведенных исследований являлось получение данных о технологических нагрузках, возникающих в элементах линии привода и рабочей клети прошивного стана, при прошивке слитков диаметрами 550, 600 и 650 мм из сталей марок 20, 40Х, 12Х1МФ, 15Х5М. По результатам были сформулировать следующие выводы:

1. Максимальные значения крутящего момента, при прошивке на данном стане обрабатываемого сортамента, возникают при достижении током якоря электродвигателя уровня ограничения.

2. Уровень технологических нагрузок при прошивке определяется соотношением факторов – диаметр слитка (гильзы) и сопротивления деформации сплава. При прошивке слитков стали 20 диаметром 650 мм максимальный крутящий момент составлял 560 кН·м (перегрузка 82%), а при прошивке слитков диаметром 550 мм перегрузка составила 25% (для крутящего момента 385 кН·м).

3. Наиболее жесткие режимы прокатки возникают при прошивке слитков диаметром 650 мм из стали с высоким сопротивлением деформации 15Х5М, в этом случае крутящие моменты достигают максимального уровня 800 кН·м (81,5 тс·м), а перегрузка составляет 160%. При прошивке крупных слитков из сталей 40Х и 12Х1МФ максимальные крутящие моменты, передаваемые каждым из шпинделей достигают 700 кН·м, что соответствует перегрузке на 128%.

Список используемых источников

1. Технология и оборудование трубного производства: Учеб. для студентов вузов [Текст] / В.Я. Осадчий, А.С. Вавилин, В.Г. Зимовец, А.П. Коликов; Под ред. В.Я. Осадчего. - Москва: Интермет инжиниринг, 2001. - 606 с.

2. Беляев С.Ю., Багазеев Ю.М., Кузнецов В.И., Чечулин Ю.Б., Чечулин А.В. Экспериментальное исследование уровня нагруженности рабочей линии прошивного стана ТПА-80 [Текст] / Достижения в теории и практике трубного производства. Сб. научных трудов. Екатеринбург, ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. с.292 – 299.

УДК 621.7-97

Килина П.Н. (AuthorID: 655205), **Дроздов А.А.** (AuthorID: 778046)

ФОРМИРОВАНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ СЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ СЕЛЕКТИВНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ПЛАВЛЕНИЕМ ПОРОШКА CoCr*

Применение методов аддитивного производства, в частности метода селективного лазерного плавления (СЛП), позволяет получать тонкостенные конструкции с регулируемой макро- и микроструктурой и шероховатостью [1-3]. СЛП имеет значительный потенциал в области совершенствования методов проектирования и моделирования изделий сложной формы, а также повышения размерной точности при их изготовлении [1,2].

Целью работы было установление режимов селективного лазерного плавления порошка CoCr, обеспечивающих требуемую макро- и микрогеометрию и показатели качества структурных элементов сетчатых конструкций.

Сплавление осуществлялось на установке Realizer SLM 50, которая оснащена иттербиевым волоконным лазером с диаметром пятна 40 мкм, что позволяет получать изделия с высокой точностью. Процесс лазерного синтеза проводился в камере, заполненной аргоном высокой чистоты. Исследование полученных образцов проводилось на микрофокусном томографе XT H 225 ST.

По результатам комплексного исследования режимов печати порошком CoCr для селективного лазерного плавления выбран диапазон режимов: мощность лазера 40-42,5 Вт, скорость 0,167-0,375 м/с. По результатам томографии выявлено, что установленные режимы обеспечивают равномерное проплавление внутренней структуры, дефектов в виде несплавлений и трещин между сломи и в пределах каждого слоя не выявлено. Данные режимы обеспечили получение образцов с минимальными отклонениями от 3D модели до 0,05 мкм, минимальными значениями микропористости в продольном и поперечном направлении < 1%.

Список используемых источников

1. Wauthle, R. Effects of build orientation and heat treatment on the microstructure and mechanical properties of selective laser melted Ti6Al4V lattice structures/ R. Wauthle, B. Vrancken, B. Beynaerts, K. Jorissen, J. Schrooten, J. Kruth, P. Van, J. Humbeeck// Additive Manufacturing. – 2015. – Vol. 5. – P. 77—84.

2. Song, C. Research on rapid manufacturing of CoCrMo alloy femoral component based on selective laser melting/ C. Song, Y. Yang, Y. Wang, D.Wang, J. Yu //Int J Adv Manuf Technol. – 2014. – № 75 – P. 445–453.

3. Hitzler, L. Review of Metal Fabricated with Laser- and Powder-Bed Based Additive Manufacturing Techniques: Process, Nomenclature, Materials, Achievable Properties, and its Utilization in the Medical Sector/ L. Hitzler, M. Merkel, W. Hall, A. Öchsner// Adv Eng Mater.– 2018. – № 20.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-01284, https://rscf.ru/project/23-79-01284/.*

УДК 621.791.927.55

Реуцкий Н.М. (ассистент)

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕНОВАЦИИ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

В настоящее время относительно разработки и изготовления почвообрабатывающего инструмента сформировались два подхода. Первый подход получил большее распространение на отечественных предприятиях. При его реализации инструмент изготавливают из высокоуглеродистых низколегированных сталей 50, 65Г, У8, У10 (исходная твёрдость - HRC20-25) с последующей объемной закалкой и отпуском (низким при 200°С или высоким при 400-600°С, конечная твердость - HRC40-50). Работоспособность такого инструмента в большинстве случаев низкая и это требует большого количества инструмента для его замены в процессе работы.

Другой подход состоит в использовании высоколегированных (и, соответственно, значительно более дорогих) сталей или нанесении твердых покрытий наплавкой высоколегированными материалами. При этом подходе твердость рабочей поверхности инструмента повышается до HRC50-60, однако стойкость инструмента в большинстве случаев остается на том же уровне, что и для первого подхода, поскольку одновременно с повышением твердости снижается пластичность и трещиностойкость. Причинами преждевременного выхода из строя инструмента (даже задолго до достижения максимального изнашивания) являются хрупкие разрушения (отколы) режущей кромки, особенно при обработке каменистой почвы.

Основная концепция работы заключается в реализации нового подхода к решению проблемы повышения работоспособности почвообрабатывающего инструмента, заключающегося в том, что методом наплавки наносится экономнолегированное покрытие, поверхность которого упрочняется при модифицировании высококонцентрированным источником нагрева – плазменной струей. Это позволит достичь повышения твердости режущей кромки инструмента в 2-3 раза (за счет наличия поверхностного закаленного слоя) и трещиностойкости в 3-4 раза (за счет торможения трещин на границе с внутренним мягким слоем. Исследования показали высокую эффективность применения комбинированной технологии восстановления и упрочнения почвообрабатывающего инструмента - наплавка + плазменная обработка. Достигается повышение твердости в 3-3,5 раза (можно прогнозировать и пропорциональное повышение износостойкости) и существенное повышение динамической трещиностойкости за счет эффекта торможения трещины на границе упрочненного и исходного наплавленного.

УДК 615.471:66.017

Самотугин С.С.

ПЛАЗМЕННОЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ИЗ ТВЁРДЫХ СПЛАВОВ

В настоящее время в направлении повышения работоспособности металлообрабатывающего инструмента из спеченных твердых сплавов сформировались два подхода. Первый подход включает замену твердых сплавов известных типов (однокарбидных, двухкарбидных и т.п.) керамическими и сверхтвердыми инструментальными материалами. Инструмент из таких материалов имеет более высокую твердость и износостойкость, однако, в виду его высокой хрупкости имеет ограниченные пределы регулирования режимов резания и не может быть использован при резании труднообрабатываемых материалов – чугунного и стального литья, высокопрочных сталей, цветных металлов.

Другой подход состоит в нанесении на режущую кромку инструмента из твердых сплавов покрытий из карбидов и нитридов (в т.ч. с нанокристалической структурой, слоистых и т.п.). Такие покрытия также имеют высокую твердость и износостойкость, однако в виду их очень малой толщины (до 5-10 мкм) не позволяют использовать инструмент при переточках, а в виду их высокой хрупкости – использовать инструмент при резании труднообрабатываемых материалов.

Основная концепция работы заключается в реализации нового подхода к решению проблемы повышения работоспособности инструмента из твердых сплавов, заключающегося в том, что режущая кромка инструмента подвергается обработке высококонцентрированным источником нагрева – плазменной струей с нанесением модифицированной зоны толщиной 2-3 мм с нанокристаллической структурой, имеющей повышенную твердость и повышенную трещиностойкость. Такой инструмент может использоваться при нескольких переточках без повторного упрочнения. Благодаря высокой износостойкости и повышенной трещиностойкости инструмент может быть использован при резании труднообрабатываемых материал.

При поверхностной обработке твердых сплавов высококонцентрированной плазменной струей происходит структурно-фазовая модификация, заключающаяся в формировании в зоне обработки неравновесных структурно-фазовых состояний, содержащих элементы макроструктуры (оплавленные зерна первичных карбидов) и наноструктурную составляющую (нанодисперсные частицы вторичных карбидов, выделившиеся в результате дисперсионного твердения связки). Такая многоуровневая структура имеет повышенную способность к релаксации упругих напряжений и повышенные прочностные свойства.

Секция «Машины, агрегаты и процессы металлургического производства»

УДК 621.7.067

Подосян А.А. (AuthorID: 50433971), **Колейников А.В.** (мастер участка)

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ, РЕМОНТА ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС КЛЕТЕВЫХ И БЛОЧНЫХ РЕДУКТОРОВ МНЛЗ ККЦ И ЭСПЦ

МНЛЗ состоит из кристаллизатора, секций, блоков и тянущей клети. Тянущая клеть и блоки – основные звенья МНЛЗ. Их количество, например, в МНЛЗ-2, МНЛЗ-3 составляет 76 шт. Одним из наиболее важных узлов сменного оборудования МНЛЗ ККЦ и ЭСПЦ ПАО «ММК» (секций, блоков и тянущей клети) являются навесные редуктора. Они устанавливаются на роликовые секции, блоки и тянущую клеть и служат для передачи вращения с промежуточного вала на приводной ролик.

В процессе эксплуатации происходит износ редукторов. Это связано с эксплуатационной средой. Присутствует вода ЗВО (зона вторичного охлаждения, коллектора), также имеет место температурное, абразивное, кислотное воздействие, так как при разливке используют ШОС (шлакообразующая смесь), содержащую, в частности плавиковый шпат CaF2, который при контакте с водой преобразуется в самую агрессивную - плавиковую кислоту. В МНЛЗ эксплуатируется 228 редукторов. Редуктор – дорогостоящий узел. Для поддержания высоких эксплуатационных свойств редукторов и работоспособности проводится восстановление их комплектующих.

Одной из проблем, связанных с выходом из строя редукторов, является высокий абразивно-коррозионный износ шеек шестерен.

В редуктор тянущей клети и блоков входят две шестерни диаметром 460 мм и массой 173 кг. Для сохранения шестерен в работе внедрена схема бандажирования. На изношенные шейки предложили и стали устанавливать способом горячей посадки бандажи, которые в четырех или в шести местах, для гарантированного закрепления, приваривали к основному телу шестерни посредством электрозаклёпок диаметром 12 мм. В качестве заготовки для бандажей использовалась поковка. Изготовленный бандаж устанавливали на шейку, фиксировали сваркой, протачивали окончательно в сборе, выставляясь относительно диаметра по зубьям.

В работе предложено изменить тип заготовки для изготовления бандажей. Использовать вместо поковки заготовку в виде покупной трубы ст. 45 245х25 мм. Это позволило полностью исключить затраты на дорогостоящую поковку и существенно сократить время изготовления бандажей. Таким образом, это привело к восстановлению зубчатых колес, без потери качества.

УДК 621.547

Неганов И.Ю. (слесарь-ремонтник), **Изотов О.И.** (старший мастер)

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ПЕСЧАНОЙ СМЕСИ. ЗАМЕНА ШИБЕРНЫХ ЗАТВОРОВ НА КОНУСНЫЕ ЗАТВОРЫ

В литейном цехе ООО «МРК» для обеспечения подачи песка к непосредственным потребителям (стационарные и мобильные смесители) на линиях FMM, FAT используется система пневмотранспорта, обеспечивающая подачу состава сжатым воздухом для изготовления форм и стержней разных габаритов.

Принцип работы: затвор открывается, воздух, вытесненный поступающим материалом, выходит через глушитель шума в линию удаления воздуха. При достижении максимального уровня материала затвор закрывается. В пневмокамерный насос начинает поступать сжатый воздух. Давлением сжатого воздуха материал из пневмокамерного насоса подается по трубопроводам к приёмным бункерам смесителей.

В данный момент, в пневмокамерных насосах FMM стоят дисковые поворотные затворы. Недостатки: песок с воздухом, имея абразивные свойства изнашивает резиновый уплотнитель, а в дальнейшем, и сам диск, что выводит из строя затвор, затем происходит активный износ труб транспортера. Срок службы такого затвора в среднем 3 месяца.

Для улучшения работы пневмокамерных насосов FMM предложено применить конусные затворы взамен дисковых поворотных затворов. Данные конусные затворы используются в пневмокамерных насосах FAT.

Преимущества: износостойкий материал, гарантированное закрытие пневмокамерного насоса, наименьший износ трубопроводов пневмотранспорта, практически полное отсутствие износа рабочей зоны затвора, долговечность. Средний срок службы до 5 лет.

При условии приобретения конусных затворов, возможна их установка на 6 из 26 пневмокамерных насосах FMM, без вмешательства в конструкцию оборудования.

Выводы:

- надежность конструкции конусного затвора гарантирует непрерывную работу в течение нескольких лет;
- имеется положительный опыт эксплуатации предлагаемого оборудования;
- при условии обеспечения затворами, возможно внедрение 6 конусных затворов в ПКН FMM, без вмешательства в конструкцию.

В последующем, возможно рассмотреть приобретение и применение конусных затворов в других пневмокамерных насосах, с привлечением проектной организации и внесением изменений в конструкцию.

УДК 621.0.01

Шигапов И.Р. (мастер участка)

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА ШАРНИРА ДУ-260 ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВАРОЧНОГО ШАБЛОНА

В настоящее время для ЛПЦ-10 ПАО «ММК» в ООО «МРК» изготавливают шарниры ДУ-260, шарниры ранее изготавливались и поставлялись из Германии. Поэтому рассмотрение проблем импортозамещения и нахождение путей и способов замены на полноценный отечественный инструмент является сегодня важной актуальной задачей для российского машиностроения. Основной задачей является повышение механических свойств получаемых заготовок к эксплуатационным свойствам изделий.

В рамках импортозамещения, в ООО «МРК» был разработан собственный конструктив «Шарнир ДУ-260 со сдвоенным подшипниковым узлом». Впервые в истории ПАО «ММК» данные шарниры начали изготавливать в ООО «МРК».

Цель работы: оптимизация изготовления сварной конструкции корпуса шарнира ДУ-260.

Одной из самых важных частей шарнира является сварной корпус. Корпус шарнира представляет из себя сварную конструкцию, состоящую из крышки, стакана, бонки, ребер, и фланца. В процессе изготовления корпуса возникли проблемы с приваркой самого многочисленного элемента конструкции ребер – 16 шт. Ребра привариваются как к стакану, так и к фланцу.

Для обеспечения равномерной, в соответствии с технической документацией, фиксации ребер, предложено использовать специальный шаблон кондуктор с прорезанными по координатам и по месту расположения ребер пазами.

За счет использования шаблона кольца время исполнения операции приварки сократилось на 30 минут.

Список используемых источников

1. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А. В. Коновалов, А. С. Куркин, Э. Л. Макаров [и др.]; под ред. В. М. Неровного. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.

2. Попова Л. В. Повышение эффективности деятельности машиностроительного предприятия за счет оптимизации затрат на проектирование и изготовление легких рамных сварных конструкций // Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Стерлитамак, 2021 / Издательство: Общество с ограниченной ответственностью «Агентство международных исследований» (Уфа).-С. 164-171.- EDN YBDKRX.

Работа выполнена под научным руководством Подосяна А.А. (AuthorID: 50433971)

УДК 004.94

Яковлева Т.Б. (инженер-технолог), **Баскаков Е.С.** (ведущий инженер-технолог)

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Развитие технологий 3D-моделирования широко применяется не только в производстве, но и в медицине, образовании. Трехмерное моделирование получило свое динамичное развитие в машиностроении при построении крупногабаритных изделий. Трехмерное визуальное ориентирование при изготовлении крупногабаритных изделий позволяет упростить контрольную сборку. Сборка – это завершающий этап при изготовлении крупногабаритного изделия [1].

Предлагается способ виртуальной сборки крупногабаритного оборудования (мостового крана) с целью снижения рисков брака в реальном времени по факту изготовления деталей и узлов. Производство мостового крана осуществляется в несколько этапов: раскрой металла, сварка, покраска, контрольная сборка, тестирование крана. Внедрение данного предложения стало возможным в связи с переходом проектных организаций на выпуск проектов в среде 3D [1].

На базе трехмерной программы КОМПАС-3D можно создать виртуальные с заданными параметрами детали (объекты, элементы), после чего перейти в режим сборки всех деталей и произвести сборку деталей в единую целую конструкцию. Программа КОМПАС-3D предоставляет деформационный мониторинг геометрических параметров деталей. Цель данного мониторинга состоит в контролировании сборки крупногабаритного изделия. Точность деталей по заданным исходным координатам соответствует 100 % от параметров реальных деталей [2].

Таким образом, трехмерное моделирование дает возможность рассматривать крупногабаритные изделия на 360°, при этом, снижаются риски возникновения брака, сокращается время производства, освобождаются рабочие площади, что приводит к экономической выгоде [2].

Список используемых источников

1. Петров П. А. Особенности применения систем трехмерного параметрического моделирования при конструировании объектов металлургического производства / П. А. Петров, М. П. Петров, В. С. Медведев // 65 лет донгти. Наука и практика. Актуальные вопросы и инновации. Сборник тезисов докладов юбилейной международной научно-технической конференции. Том. Часть 1, Алчевск, 13-14 октября 2022. – С. 103-105.

2. Чучкалов А. Е. 3D-моделирование в инженерной графике / А.Е. Чучкалов // Актуальные вопросы современной науки: теория, технология, методология и практика. Сборник научных статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции, Уфа, 2024. – С. 64-67.

УДК 621.9.02202

Рябов Е.А. (AuthorID: 742049), **Ломшакова А.Е.,** (студент)

РОЛЬ ТОЧНОСТИ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

С распространением многоцелевых обрабатывающих центров существенно повысились требования к геометрической точности обработки [1]. Инструмент наиболее подверженный изменению в процессе обработки элемент технологического процесса. Износ на этапе приработки частично компенсирует геометрические отклонения системы и потому актуально определить роль его изначальной точности изготовления.

Для фрезерной операции характерно рассматривать в качестве элементов технологической системы следующие составляющие в порядке их взаимодействия: оборудование, инструментальная оснастка, инструмент, деталь, станочная оснастка, оборудование. Так как все технологические элементы условно независимые, то их взаимное влияние можно свести к нормальному распределению. Отсюда общая погрешность будет представлять собой корень из сумм квадратов отклонений каждого элемента и роль точности инструмента будет напрямую зависеть от соотношения её с наибольшей погрешностью элементов системы. При этом точность концевых фрез наиболее характеризуют параметры торцового и радиального биения их зубьев.

Выделим три состояния замера точности. Статический, при которой учитывается собственные геометрические размеры всех элементов в отдельности и измеряется инструментальным микроскопом, цифровым высотомером и 3D сканером. Динамический в свободном вращении учитывает интегральный показатель собранной после наладки инструментальной ветви системы станок-патрон-цанга-фреза, измеряется при помощи стоек с индикаторами, виброметра ВАСТ 21СМ. Динамическая нагруженная определяет взаимодействие инструментальной ветви с ветвью детали деталь-приспособление-станок, а также силы в системе. Роль геометрической точности здесь можно учитывать только косвенно по результатам измерения виброметром и износа на инструментальном микроскопе [2].

Измерения показали, что для универсального фрезерного станка 6М13У роль точности концевой фрезы составила 2-11%, для фрезерного станка с ЧПУ BeaverMill Mini Performance до 27%, для фрезерного обрабатывающего центра Hedelius Rs605k20 до 42%

Список используемых источников

1. Кане, М. М. Управление качеством продукции машиностроения / М. М. Кане, А. Г. Суслов, О. А. Горленко. – Москва : Научно-техническое издательство "Машиностроение", 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-94275-493-8. – EDN RAYDZZ..

2. Анцев, А. В. Прогнозирование периода стойкости режущего инструмента на основе контроля вибрации в процессе фрезерования / А. В. Анцев, Х. Ч. Данг // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2018. – № 7. – С. 3-11. – EDN YAGHSP.

УДК 621.771

Тютеряков Н.Ш. (Author ID:546044)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ИЗНАШИВАНИЯ РОЛИКОВ ВАЛКОВОЙ АРМАТУРЫ СТАНА 170 СОРТОВОГО ЦЕХА ПАО «ММК» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

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.

В работе рассмотрена модель теплообмена роликов валковой арматуры с прокатываемой полосой и охлаждающей водой [2, 3]. Так же рассмотрены современные материалы для использования роликов валковой арматуры [4, 5].

Тепловая модель позволяет определять температуру роликов, как в их объеме, так и на рабочих поверхностях с целью разработки способов повышения износостойкости рабочих элементов валковой арматуры [3].

Для решения поставленной задачи было выведено трехмерное уравнение теплопроводности, а так же граничные условия [3].

Решение системы уравнений производилось с помощью программы FlowVision методом конечных разностей путем введения трехмерной сетки на ролике и использованием метода расщепления операторов [3].

Предложенная тепловая модель с достаточной точностью отражает тепловое состояние роликов валковой арматуры в процессе их работы. Сравнение результатов расчетов с измеренными значениями температур роликов, проведенных с помощью тепловизера марки FLIR, показали приемлемую сходимость результатов для моделей подобного типа [3].

Список 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. Влияние высоких температур на изнашивание материалов при абразивном износе. Тютеряков Н.Ш., Оншин Н.В., Кандауров Л.Е.Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2006. № 1 (13). С. 50-53

3. Моделирование тепловых процессов в роликах валковой арматуры сортопрокатных станов. Тютеряков Н.Ш., Дема Р.Р., Латыпов О.Р. Технология металлов. 2020. № 8. С. 41-46.

4. Исследование влияния химического, фазового и гранулометрического составов наплавочных порошков на эксплуатационные свойства покрытий систем железо-углерод-хром-ванадий и железо-углерод-хром-марганец-азот. Нефедьев С.П., Дема Р.Р., Тютеряков Н.Ш. Отчет о НИР № 191ГС1/8743 от 24.12.2014 (Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере).

УДК 621.771

Тютеряков Н.Ш. (Author ID:546044)

ОЦЕНКА РЕСУРСА ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ВАЛКОВОЙ АРМАТУРЫ PRD СОРТОВОГО СТАНА 450 ПАО «ММК»

Арматура PRD работает в сочетании с арматурой PRG, установленной на последующих промежуточных/чистовых клетях стана 450 сортового цеха ПАО «ММК», с 11 по 15 используется 4-х роликовая арматура типа PRD и на 16 клети трех роликовая PRG [1, 2]. Установлено, что данный тип арматуры не удовлетворяет требованиям эксплуатации так как подшипники не обладают достаточной несущей способностью что ведет к их разрушению.

В работе рассмотрена модель изнашивания подшипников скольжения, которые устанавливались во вводную валковую арматуру PRD01 клетей №11 и №15 сортового стана 450 ПАО «ММК» [3, 4].

Решение системы уравнений производилось с помощью программы MicrosoftExcel. [3, 4]

Было установлено влияние на ресурс, силу трения, контурные давления различных характеристик таких как: конструктивных параметров подшипника, фрикционных характеристик материалов и условий обработки поверхности [3, 4].

Из анализа представленных зависимостей следует, что повышение ресурса можно добиться применением антифрикционных материалов, с малыми значениями фрикционных характеристик, но в тоже время имеющую достаточную поверхностную твердость [5, 6].

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. Влияние высоких температур на изнашивание материалов при абразивном износе. Тютеряков Н.Ш., Оншин Н.В., Кандауров Л.Е.Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2006. № 1 (13). С. 50-53

3. 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.

4. Определение усилий, действующих на кантующие ролики валковой арматуры RTC сортовых станов ПАО «ММК», в процессе скручивания полосы. Тютеряков Н.Ш., Савинов А.С., Андросенко М.В., Рудь К.И., Залилов Р.В. Теория и технология металлургического производства. 2020. № 1 (32). С. 47-49.

5. Исследование влияния химического, фазового и гранулометрического составов наплавочных порошков на эксплуатационные свойства покрытий систем железо-углерод-хром-ванадий и железо-углерод-хром-марганец-азот. Нефедьев С.П., Дема Р.Р., Тютеряков Н.Ш. Отчет о НИР № 191ГС1/8743 от 24.12.2014 (Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере).

6. Integrated process for drawing wire rod without a die plate and descaling the rod surface. Bakhmatov Y.F., Pashchenko K.G., Kal'Chenko A.A., Belov A.S., TyuteryakovN.S.Metallurgist. 2014. Т. 58. № 3-4. С. 316-320.

УДК 621.7

Корчунов А.Г. (AuthorID: 352568), **Олейник Д.Г.** (аспирант)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ШТАМПОВКЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БОЛТОВ С ФЛАНЦЕМ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ДОЛГОВЕЧНОСТИ

В настоящее время в мировом автомобилестроение наблюдается тенденция повышения требований к показателям надежности различных скрепляемых узлов и деталей. Крепежные изделия, используемые в данных скреплениях, должны обладать высокими показателями прочности и экономичности.

Получившие широкое распространение в автомобилестроении высокопрочные болты с фланцем позволяют не применять в скреплении пружинные или плоские шайбы, позволяя снизить давление на деталь, и увеличить площадь контакта.

Высокопрочные болты с фланцем изготавливаются методом холодной объемной штамповки (ХОШ) на холодновысадочных автоматах. Применение легированных марок стали 20Г2Р, 40Х, 42CrMo4, 40ХН2МА и др. при изготовлении данного вида крепежа повышает требования к долговечности холодновысадочного инструмента. Из практики предприятия ОАО «ММК-МЕТИЗ» известно, что при штамповке болтов с фланцем технологический инструмент вследствие интенсивных нагрузок, демонстрировал отказы, не достигая выработки назначенного ресурса [1,2].

Для определения причин отказов технологического инструмента необходимо проводить оценку взаимодействия инструмента и деформируемой заготовки в момент ХОШ. На практике оценка возможна лишь при рассмотрении заготовки и холодновысадочного инструмента отдельно друг от друга, например, наличие и характер дефектов на рабочей поверхности инструмента, геометрические параметры заготовки до операции на которой случился отказ инструмента и др.

Для установления причин отказа холодновысадочного инструмента, необходимы исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) технологического инструмента, возникающего в результате ХОШ, что в свою очередь позволит обеспечить разработку более совершенных конструкций инструмента и наиболее рациональную технологию его изготовления для повышения долговечности.

Список используемых источников

1. Олейник, Д. Г. К вопросу о долговечности технологического инструмента для изготовления высокопрочных болтов с фланцем / Д. Г. Олейник, О. А. Белан, А. Р. Базыков // Механика и машиностроение. Наука и практика : материалы международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 08 декабря 2023 года. – Санкт-Петербург: Научно-исследовательский центр «МашиноСтроение», 2023. – С. 80-82. – EDN DHNOBW.

2. Олейник, Д. Г. Оценка долговечности технологического инструмента для изготовления высокопрочного крепежа с фланцем / Д. Г. Олейник, А. Г. Корчунов // 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. 269. – EDN TPYIMY.

УДК 62.772.2

Залилов Р.В. (AuthorID: 660186)

РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ПЕРСОНАЛА РЕМОНТНОЙ СЛУЖБЫ ПРЕДПРИЯТИЙ

В процессе деятельности предприятий, одной из важных проблем, является поддержание в работоспособном состоянии технологического оборудования, которое заключается в качественном проведении технического обслуживания и выполнения качественного ремонта. В связи этим чтобы исключить не качественное обслуживание оборудования, машины или агрегата у персонала необходимо проводить тренинги с целью развития соответствующих навыков и компетенций можно проводить в следующих областях [2]:

- Знание регламента согласно технической документации и последние изменения в нем;
- Наличие и обновление базы специальных инструментов для выполнения технического обслуживания и ремонтов;
- Оценивание критериев и параметров при проведении диагностики, разбор внеплановых простоев оборудования;
- Оценка технического состояния и ресурса.
- Установление и обоснование причинно - следственных связей по изменения состояния элементов машин и оборудования

В развития и закрепления компетенций и навыком для технического персонала необходимо провести тестирование по позволяющие выявить проблемные места и при необходимости провести проверку практических навыков и умений путем контроля выполнений ремонтных работ на следующих этапах:

- Поиск и интерпретация информации, найденной в технической документации;
- Навыки применения средств измерений (микрометр, нутромер, индикатор, пластиковые полоски и т.д.), Использования специальных инструментов и приспособлений при выполнении диагностических работ и ремонтов;
- Выполнение отчета о проделанной работе и описания о состоянии оборудования, прогнозирования необходимых запчастей и расходных материалов для следующего ремонта и оборудования;

По итогам проверки технических компетенций составить план развития, который содержать в себе, практические занятия и наставничество.

Список используемых источников

1. Ребезов М.Б., Залилов Р.В. Интегрированная система менеджмента качества предприятия // Качество продукции, технологий и образования. Материалы научно-практической конференции. 2007. С. 9-12.
2. Залилов, Р.В. Повышение компетентности технического персонала, проводящего техническое обслуживание и ремонт оборудования // Механическое оборудование металлургических заводов. – 2021. № 2 (17). с. 35-38.

УДК 7.05

Усатая Т.В. (AuthorID: 458049), **Руденко Ю.В.** (магистрант)

ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ РОССИЙСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ДИЗАЙНА

Промышленный дизайн играет ключевую роль в повышении конкурентоспособности продукции и формировании устойчивых производственных практик. Особое внимание сейчас уделяется вопросам цифровизации, экодизайна и глобализации, а также влиянию инноваций и новых технологий на промышленное проектирование.

Анализ показывает, что промышленный дизайн в настоящее время продолжит эволюционировать в сторону интеграции новых технологий и устойчивых практик, что создаст условия для появления инновационных и экологически безопасных продуктов как в мире в целом, так и в России. Можно выделить следующие тенденции промышленного дизайна:

-Автоматизация и роботизация производственных процессов позволят повысить эффективность и гибкость проектирования. Использование ИИ (искусственного интеллекта) ускорит анализ данных и оптимизацию моделей.

-Тенденция к созданию экологичных продуктов станет доминирующей в ближайшие годы. Компании будут стремиться к минимизации отходов и замкнутым циклам производства.

-Производство малых партий и персонализированных товаров с использованием аддитивных технологий (3D-печати) позволит удовлетворить запросы современных потребителей.

-Производители будут адаптировать продукцию под потребности региональных рынков, сохраняя при этом глобальные стандарты качества.

-Развитие образовательных программ и повышение квалификации специалистов в области промышленного дизайна станет приоритетной задачей для повышения конкурентоспособности России на мировом рынке.

Список используемых источников

1. Тенденции в промышленном дизайне в России и за рубежом / Т. В. Усатая, Д. Ю. Усатый, Л. В. Дерябина [и др.] // Дизайн. Материалы. Технология. – 2021. – № 1(61). – С. 25-30. – DOI 10.46418/1990-8997_2021_1(61)_25_30.

2. Ровинская, О. В. Влияние искусственного интеллекта на промышленный дизайн / О. В. Ровинская, У. Д. Баданова, Д. Е. Подтеребкова // Наука и технологии: модернизация, инновации, прогресс : сборник научных трудов по материалам XXX Международной научно-практической конференции, Анапа, 28 октября 2024 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2024. – С. 56-64.

УДК 669

Крайний И.В. (AuthorID 1144768), **Крайняя И.А.** (магистрант)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БАЛКИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША МНЛЗ 1,2 ЭСПЦ

Важной проблемой, требующей решения, является задача эффективной работы конструкций МНЛЗ, при прохождение жидкой стали в системе сталеразливочный ковш – промежуточный ковш – кристаллизатор машины.

В настоящее время на металлургическом предприятии ПАО «ММК» функционируют сортовые МНЛЗ, но их производительность резко снижают непредвиденные простои. В частности, эти простои вызваны неполадками в гидравлической системе механизмов тележки ПК и деформацией металлоконструкций для ориентации самого ковша.

При неравномерном взаимном перемещении промежуточного ковша из-за: деформаций металлоконструкций; неравномерной работы гидравлических цилиндров подъема и ориентации промежуточного ковша.

Происходят смещения ковша в вертикальной и горизонтальных плоскостях приводящих к резким всплескам жидкого металла в ванне ковша. Это безусловно является самым опасным случаем и влечет за собой угрозу аварийной ситуации, а так же материальные затраты.

Для исключения простоев необходимо произвести доработку металлоконструкции тележки промковша, а именно балки, т.к. во время работы МНЛЗ произошёл изгиб посередине. В качестве совершенствования было принято решение в увеличении толщины металлопроката из которого была сварена балка, также были добавлены с нижней стороны, ребра жёсткости, которые исключает последующие изгибы балки во время работы оборудования.

Список используемых источников

1. Непрерывная разливка стали. Расчеты медных кристаллизаторов / Ячиков И.М., Вдовин К.Н., Точилкин В.В., Ларина Т.П., Петров И.Е. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 190 с.

2. Точилкин В.В. Методика расчета металлоприемника промежуточного ковша МНЛЗ // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2008. № 6. С. 44-47.

3. Точилкин В.В., Камалихина З.В., Котов И.В., Развитие конструкций для разливки стала системы сталеразливочный ковш - промежуточный ковш – кристаллизатор МНЛЗ. Магнитогорск, 2020 г., 27-30 с.

4. Вдовин Д.П., Точилкин В,В., Ячиков И.М. Непрерывная разливка стали: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск гос.техн. у-та им. Г.И. Носова, 2012, 732 с.

5. Пасечник Н.В., Синицкий В.М., Дрозд В.Г. и др. Машины и агрегаты металлургического производства. Т. IV-5. 2000 г. – 912 с., ил.

УДК 332.1

Андросенко М.В. (AuthorID: 552504), **Кошелев А.П.** (преподаватель МПК)

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СОРТОВОЙ ЗАГОТОВКИ В ПО SIEMENS NX

В электросталеплавильном цехе ПАО «ММК» с 2006 года эксплуатируются пятиручьевые сортовые МНЛЗ, обеспечивающие выпуск до 2 млн тонн заготовок в год каждая. Однако переход на непрерывнолитую технологию разливки повысил требования к качеству продукции, выявив ряд дефектов, среди которых ромбичность, трещины, вогнутость, дефект «пояс» и другие. Анализ показал, что основными причинами дефектов являются нарушение технологических параметров разливки и конструктивные особенности зоны вторичного охлаждения (ЗВО). Геометрические дефекты заготовки не только приводят к браку, но и могут вызывать проблемы при дальнейшей переработке, включая прокатку.

Для решения проблемы была разработана математическая модель напряжённо-деформированного состояния заготовки с использованием программного комплекса SIEMENS NX.

Проведён силовой анализ существующей конструкции подвески кристаллизатора фирмы, выявлены критические нагрузки и их влияние на геометрию заготовки.

Результаты исследования демонстрируют, что модернизация подвески и системы охлаждения позволяет значительно повысить качество непрерывнолитой заготовки, снизить вероятность брака и улучшить эксплуатационные характеристики продукции. Это решение имеет важное значение для повышения конкурентоспособности продукции Магнитогорского металлургического комбината.

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 слоистых 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. Тютеряков [и др.] // Теория и технология металлургического производства. – 2022. – № 2(41). – С. 26-31.

3. Ячиков, И. М. Мониторинг теплового состояния слитка со скошенными углами в слябовом кристаллизаторе МНЛЗ / И. М. Ячиков, Т. И. Шафиков // Цифровая Индустрия: Состояние и Перспективы Развития 2023 (ЦИСП'2023) : Сборник научных статей, Челябинск, 21–23 ноября 2023 года. – Челябинск: Издательский центр Южно-Уральского государственного университета, 2024. – С. 562-571.

4. Женин, Е. В. Влияние параметров непрерывной разливки на качество сортовой заготовки / Е. В. Женин, А. Н. Шаповалов // Теория и технология металлургического производства. – 2023. – № 2(45). – С. 26-33. – EDN TFMUVZ.

УДК 663.255

Андросенко М.В. (AuthorID: 552504), **Куликов С.С.** (AuthorID: 1278508),
Харлов Д.А. (магистрант), **Потапов И.М.** (AuthorID: 1234097)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ И МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КОЛОННАХ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО КОВОЧНОГО ПРЕССА «UNITED»

В работе представлены результаты исследования тепловых и механических процессов, возникающих в конструкции гидравлического ковочного пресса «United» (США) с номинальным усилием 22,5 МН. Данное оборудование предназначено для выполнения операций горячей ковки и представляет собой массивную конструкцию, включающую четыре колонны, архитрав, гидроцилиндры и направляющие элементы, обеспечивающие точность работы и высокую устойчивость к нагрузкам. Особенности эксплуатации пресса связаны с воздействием нагретых металлических заготовок, что приводит к изменениям в температурном и напряженно-деформированном состоянии его элементов.

Основное внимание в исследовании уделено влиянию неравномерного нагрева колонн на эксплуатационные характеристики пресса. Для анализа термического воздействия была проведена серия экспериментальных замеров температуры поверхности колонн с использованием тепловизора Thermo CAM P60, обладающего высокой точностью измерений. Результаты показали, что нагрев колонн по высоте и по окружности является неравномерным. Этот эффект обусловлен процессами теплообмена между заготовкой и прессом, а также состоянием поверхности колонн, включая шероховатость, наличие окисных пленок и смазочных слоев.

Неравномерный нагрев колонн приводит к следующим последствиям:

- Возникновение дополнительных термических напряжений.
- Перекос архитрава, что снижает точность оборудования.
- Усиленный износ направляющих втулок и уплотнений гидроцилиндров.
- Увеличение напряжений в системе «архитрав-колонна-гайка», что негативно сказывается на сроке службы ключевых компонентов пресса.

Таким образом, неравномерное распределение тепла в конструкции оказывает значительное влияние на надежность и точность работы пресса. Полученные результаты могут быть использованы для разработки методов минимизации негативных последствий термических процессов, включая усовершенствование конструктивных решений и технологии эксплуатации оборудования.

Список используемых источников

1. Исследование нестационарного теплообмена между нагретой обрабатываемой заготовкой и гидравлическим ковочным колонным прессом / М. В. Андросенко, И. А. Савельева, Е. А. Москвина [и др.] // Теория и технология металлургического производства. – 2024. – № 4(51). – С. 49-55. – EDN UVXEQK.

УДК 121.86

Макарова К.Р. (школьник), **Кондрашова А.С.** (школьник),
Трубников А.Е. (школьник)

АНАЛИЗ И МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА ГЛАВНОГО ПОДЪЁМА ЛИТЕЙНОГО КРАНА ЭСПЦ ПАО «ММК»

Литейный кран грузоподъёмностью 225+63/20 тонн, используемый в электросталеплавильном цехе (ЭСПЦ) ПАО «ММК», является одним из ключевых элементов технологического процесса. Этот кран предназначен для подъёма и перемещения тяжёлых грузов, таких как ковши с расплавленным металлом, что делает его эксплуатацию крайне важной для бесперебойной работы цеха. Конструкция крана включает механизм главного подъёма, который отвечает за безопасность и надёжность выполнения всех операций. Однако в процессе эксплуатации выявлены слабые места, влияющие на эффективность работы оборудования.

Механизм главного подъёма крана включает в себя канаты, тормозную систему, шкивы и элементы привода. Наиболее уязвимыми частями конструкции оказались канаты и тормоза. Канаты с точечным касанием проволок в прядях, используемые в текущей системе, подвержены интенсивному износу. Из-за неравномерного распределения нагрузки проволоки быстрее изнашиваются, что сокращает срок службы канатов и требует их регулярной замены. Это не только повышает затраты на обслуживание, но и увеличивает риски, связанные с возможным отказом механизма подъёма.

Тормозная система, представленная дисковыми тормозами, также не всегда обеспечивает достаточную надёжность. Дисковые тормоза сложнее в обслуживании, имеют меньший срок службы и недостаточную устойчивость к перегреву, что особенно важно при работе с большими грузами. Эти проблемы увеличивают эксплуатационные затраты и могут привести к аварийным ситуациям.

Для повышения эффективности работы литейного крана было предложено несколько решений. Одним из них стала замена канатов с точечным касанием проволок на канаты с линейным касанием. Такие канаты обеспечивают равномерное распределение нагрузки по всей длине проволок, что значительно снижает их износ. Это позволяет продлить срок службы канатов, сократить частоту их замены и повысить надёжность работы крана в целом.

Кроме того, тормозная система была модернизирована за счёт замены дисковых тормозов на барабанные тормоза российского производства. Барабанные тормоза отличаются более простой конструкцией, большей надёжностью и устойчивостью к износу. Они позволяют обеспечить стабильную работу крана даже при высоких нагрузках и в условиях интенсивной эксплуатации. Такой подход повышает безопасность работы оборудования и снижает затраты на его обслуживание.

Литейный кран, как один из наиболее нагруженных механизмов цеха, требует постоянной модернизации и внедрения новых решений для повышения его надёжности и долговечности. Проведённые меры по улучшению механизма главного подъёма позволят продлить срок службы оборудования, сократить эксплуатационные затраты и обеспечить бесперебойную работу электросталеплавильного цеха.

Работа выполнена под научным руководством Андросенко М.В. (AuthorID: 552504)

УДК 621.81

Кенарь Е.В. (AuthorID: 691117), **Куликов С.С.** (AuthorID: 1278508)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА С РАВНОУСКОРЕННЫМ ДВИЖЕНИЕМ ТОЛКАТЕЛЯ

Кулачковый механизм — это трехзвенный механизм с высшей кинематической парой, который преобразует движение входного звена (кулачка) в заданное движение выходного звена (толкателя или коромысла). Основной характеристикой механизма является закон движения выходного звена, определяемый профилем кулачка.

Кулачковые механизмы обладают высокой точностью воспроизведения движения выходного звена благодаря заданному профилю кулачка. В зависимости от конструкции они могут быть плоскими или пространственными, с вращательным, поступательным или комбинированным движением кулачка. Уменьшение износа достигается включением ролика, который снижает трение скольжения, заменяя его трением качения. Основные этапы проектирования включают расчет фазовых углов, масштабов графиков и построение профиля кулачка с учетом допустимого угла давления. Применение таких механизмов особенно актуально в двигателях внутреннего сгорания, прессах, текстильных и других машинах, где требуются надежность и долговечность.

Проектирование включает этапы: выбор закона движения, расчет масштабов (перемещений, углов, скоростей, ускорений), определение минимального радиуса кулачка и построение его профиля. Для примера с равноускоренным движением толкателя минимальный радиус кулачка рассчитывается как 0,038 м, а профиль строится методом обращения движения с учетом фазовых углов.

Кулачковые механизмы классифицируются по расположению звеньев, типу движения, наличию ролика, форме рабочей поверхности выходного звена и способу замыкания пары. Точное проектирование обеспечивает надежность и функциональность механизма, находящего применение в различных областях машиностроения.

Список используемых источников

1. Кенарь, Е. В. Конспект лекций по теории машин и механизмов : Практикум. Электронный ресурс / Е. В. Кенарь, М. В. Андросенко. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. – EDN QSQBMF.
2. Куликова, Е. В. Техническая механика и детали машин : Электронный ресурс / Е. В. Куликова, М. В. Андросенко. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2017. – 46 с. – EDN YWVNBK.
3. Андросенко, М. В. Проектирование технологического оборудования с применением САПР : Электронный ресурс / М. В. Андросенко, О. А. Филатова. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020. – EDN FXULLG.
4. Баландюк, И. П. Приложение САПР в машиностроении / И. П. Баландюк, Д. А. Мальцева, М. В. Андросенко // Прогрессивные технологии и процессы : Сборник научных статей 2-й Международной молодежной научно-практической конференции: в 3-х томах, Курск, 24–25 сентября 2015 года / Ответственный редактор: Горохов А.А.. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2015. – С. 112-114. – EDN UKGHWJ.

Секция «Строительные материалы и изделия»

УДК 691.4

Воронин К.М. (AuthorID: 291155), **Мурзакаева А.А.**

ЭКСПЕРТИЗА СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ВАЖНОСТЬ И ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ

Экспертиза сметной документации является важным этапом в процессе строительства объектов. Она позволяет проверить правильность составления смет, определить соответствие затрат проектным решениям и выявить возможные ошибки и нарушения. Основными этапами экспертизы сметной документации являются.

1. Предпроектная экспертиза

На этом этапе проводится анализ исходных данных, таких как техническое задание, проектная документация и результаты инженерных изысканий. Эксперт проверяет соответствие объекта строительства требованиям законодательства, техническим нормам и стандартам качества.

2. Проверка достоверности определения стоимости

Эксперт анализирует состав и структуру сметных расчётов, а также обоснованность применения различных методов расчёта стоимости. Это позволяет выявить возможные несоответствия и ошибки, которые могут привести к завышению или занижению стоимости строительства.

3. Проверка экономической эффективности проекта

Эксперт оценивает экономическую целесообразность реализации проекта, сравнивая его с альтернативными вариантами. Это позволяет определить наиболее оптимальный вариант с точки зрения соотношения затрат и результатов.

Экспертиза сметной документации имеет важное значение для успешного завершения строительных проектов.

Во-первых, это обеспечение безопасности и качества строительства. Экспертиза сметной документации помогает предотвратить возможные аварии, несчастные случаи и другие негативные последствия, связанные с некачественным выполнением работ. Это обеспечивает безопасность и комфорт эксплуатации построенного объекта.

Во-вторых, соблюдение законодательства и требований государственных органов, что позволяет проверить соответствие проекта требованиям законодательства и нормативных документов. Это гарантирует соблюдение всех необходимых процедур и правил, что снижает риск возникновения проблем с государственными органами.

В-третьих, это экономия средств и оптимизация затрат, что позволяет выявить возможные резервы снижения затрат без ущерба для качества строительства. Это помогает оптимизировать расходы и избежать лишних трат, обеспечивая при этом выполнение всех необходимых работ.

Экспертиза сметной документации играет важную роль в процессе строительства объектов. Она позволяет проверить правильность составления смет, определить соответствие затрат проектным решениям и выявить возможные ошибки и нарушения. Это обеспечивает безопасность и качество строительства, соблюдение законодательства и требований государственных органов, а также экономию средств и оптимизацию затрат.

УДК 666-972

Воронин К.М. (AuthorID: 291155), **Пурис А.В.**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕТОНА НА ЗОЛОЩЕЛОЧНОМ ВЯЖУЩЕМ

Применение традиционных шлакощелочных вяжущих, предложенных Глуховским [1], в производстве тяжелых бетонов, несмотря на их потенциальные преимущества, сопряжено с рядом существенных трудностей, которые ограничивают их широкое применение в строительной индустрии. Одной из ключевых проблем является необходимость строгого контроля и поддержания требуемой плотности щелочного активирующего агента. Отклонение от оптимального диапазона концентраций может существенно повлиять на химические реакции, протекающие в процессе твердения бетона, что, в свою очередь, негативно отразится на его конечных физико-механических характеристиках.

Другой серьезной проблемой, связанной с использованием традиционных шлакощелочных вяжущих, является тенденция к высолообразованию на поверхности бетона. Этот эффект особенно критичен для монолитных конструкций, где необходимо обеспечивать надежное сцепление между различными этапами строительства.

Регулирование удобоукладываемости традиционных бетонов на основе шлакощелочных вяжущих представляет собой сложную задачу. Традиционно, для изменения консистенции бетонной смеси, необходимо вводить дополнительное количество активизатора, что, однако, может привести к нежелательному изменению плотности щелочного агента и, как следствие, к ухудшению физико-механических свойств бетона. Более того, дополнительное введение щелочного компонента не оказывает положительного воздействия на структуру и прочность бетона, а лишь способствует увеличению высолообразования и, что немаловажно, повышению себестоимости конечного продукта.

Для решения проблемы высолообразования, которое существенно ограничивает область применения шлакощелочных бетонов, предлагается использовать специальные алюминатные добавки, такие как цеолит. Цеолиты способны связывать щелочные компоненты, предотвращая их миграцию на поверхность бетона и образование высолов.

В данной работе исследуется возможность использования ранее разработанного золощелочного, вяжущего [2] для приготовления тяжелых мелкозернистых бетонов.

Список использованных источников

1. Глуховский В.Д., Пахомов В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны. Издательство «Будівельник». Киев. 1978.-184 с.

2. Дорожные бетоны на основе золощелочного вяжущего / К. М. Воронин, И. С. Трубкин, И. В. Трубкина, А. В. Пурис // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 5(143). – DOI 10.60797/IRJ.2024.143.82. – EDN BJHYNO.

УДК 691.4

Некрасова С.А. (AuthorID: 675582), **Гераскина И.В.**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Основной характеристикой любого бизнеса является качество предоставляемой продукции или услуг, на этом строиться авторитет фирмы. Качество строительства – комплексная проблема, включающая в себя соблюдение требований строительных норм и правил, государственных стандартов всеми участниками строительного процесса.

Четкая организация строительного производства и организация контроля качества является залогом долговечности и эксплуатационной надежности возведенных зданий и сооружений, их экологической чистоты, безопасности для людей и, в конечном счете, экономичности при эксплуатации.

Соответственно контролю качества в строительной и производственной среде должно уделяться должное внимание с соблюдением всех отечественных и международных стандартов.

Совершенствование качества строительной продукции – закономерный процесс, отражающий объективную тенденцию развития общественного производства. Существенный импульс этому процессу придает управление качеством, нацеливающее участников строительного производства на создание продукции, отвечающей всем предъявляемым требованиям: надежность, безопасность, долговечность, эстетичность, устойчивость к внешним воздействиям.

Решение поставленных задач по совершенствованию системы, позволит на первом этапе существенно сократить, а затем полностью исключить дополнительные сроки согласования проектной документации, и повысить прозрачность процедур по стандартизации, оценке соответствия. Из-за этого сократится количество технических и административных барьеров, межведомственных противоречий, дублирующих требований в строительстве, повысится уровень качества и безопасности строительной продукции.

Список используемых источников

1. Фетисова, М. А. Современное нормативно-правовое регулирование контроля ткачества строительной продукции / М. А. Фетисова, В. А. Козыркин // Молодой ученый. – 2016. – № 12(116). – С. 426-429. – EDN WGFOXJ.

2. Фриев, А. М. Исследование методов повышения энергоэффективности жилых зданий / А. М. Фриев, Д. А. Погодин // Вестник евразийской науки. – 2019. – Т. 11, № 5. – С. 49. – EDN KRFNBR.

3. Горобняк, А. А. Методы повышения конкурентной устойчивости строительных предприятий в условиях вхождения России в ВТО / А. А. Горобняк // Вестник МГСУ. – 2012. – № 10. – С. 248-253. – EDN NQKGTB.

УДК 693.8

Некрасова С.А. (AuthorID: 675582), **Кошелев А.П.**

ПРЕИМУЩЕСТВО ЗАСЫПНОГО АНКЕРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЗМОВ С ПОВЫШЕННОЙ ВИБРАЦИОННОЙ НАГРУЗКОЙ

Развитие технологии в строительной сфере привело к внедрению новых конструктивных решений по сопряжению несущих и ограждающих элементов здания, а также креплению оборудования с применением не только закладных деталей, но и анкеров, устанавливаемых уже в готовое основание, что позволяет значительно повысить точность монтажа, снизить металлоёмкость узлов креплений, повысить скорость монтажных работ.

Анкерное крепление - очень распространённый вид соединения элементов конструкции в строительстве. Специфическая особенность анкерного крепления в том, что, в отличие от стандартных крепёжных изделий, анкер использует принцип якоря, а не резьбовое соединение.

Принцип работы разработанного засыпного анкерного соединения соответствует классическому анкерному соединению, но за счёт наличия насыпного «тела» для центрирования и укрепления получается анкерное соединение, которое имеет «запрограммированное слабое место», что позволяет в ходе эксплуатации проводить быстрый ремонт без перемещения механизма, в отличии от классических анкерных соединений, разрушение которых приводит к необходимости восстановления основания, где размещён анкер. Как правило, это связанно со множеством действий: начиная от перемещения механизма для получения доступа к зоне ремонта и заканчивая бетонными работами, которые требуют нескольких дней для затвердевания бетонной массы.

Всё выше перечисленное влияет на стоимость конечного продукта, поскольку с возрастанием простоя и сроков ремонтов увеличиваются косвенные и прямые издержки предприятия.

Целью данной работы является определение эффективности использования засыпного анкерного соединения и его преимущество в ремонтопригодности по сравнению с обычными механическими или химическими анкерами для механизмов с повышенной вибрационной нагрузкой.

При исследовании проводились работы по определению необходимой нагрузи для разрушения анкерных соединений разных типов, с приблизительно равными крепёжными характеристиками, доказывающее преимущество разработанного засыпного анкерного соединения.

Список используемых источников

1. Кузеванов, Д. В. Расчет креплений к бетону с применением механических и клеевых анкеров / Д. В. Кузеванов, С. И. Иванов, А. Н. Болгов // Промышленное и гражданское строительство. – 2019. – № 4. – С. 25-30. – DOI 10.33622/0869-7019.2019.04.25-30. – EDN PLNCSP.

УДК 69

Некрасова С.А. (AuthorID: 675582), **Мельников С.И., Савин Д.В.**

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

На сегодняшний день контроль качества строительно-монтажных работ в наибольшей степени носит традиционный характер, где строительные организации сталкиваются с проблемами управления записями документирования по каждому объекту, что приводит к увеличению сроков выполнения объемов строительных и монтажных работ, а также к удорожанию строительства. Отсутствие повсеместного внедрения эффективных методов контроля качеством организации строительных процессов на базе современных информационных систем и обработки информации определяет актуальность исследования.

Автоматизированная система контроля строительных и монтажных работ учитывает многоуровневые структуры и многообразие элементов объектов реконструкции при взаимодействии с программным обеспечением.

При осуществлении строительных процессов автоматизированное управление может быть, как краткосрочным, рассчитано на текущий год, так и в виде продолжительного цикла. Происходит поэтапное введение технологических процессов на базе информационной модели объекта.

На основании информационной модели объекта выполняется автоматизированный процесс генерации плана графика строительных и монтажных работ. Атрибутами модели становятся объем, масса, тип конструкций. Это позволяет создать технологическую цепочку и оптимизировать план-график взаимоувязанных строительных и монтажных работ.

Концепция контроля качества организации строительства, осуществляемая посредством применения информационных технологий, является формой оперативного контроля, которая обеспечивает своевременное выявление строительных дефектов и их причин возникновения. Строительный контроль является частью строительного процесса. Автоматизированная система управления качеством строительных работ становится систематическим поиском возможностей улучшения строительной деятельности. Принятие решение производится при этом на достоверных фактах и сведениях. Технология информационного моделирования объекта повышает качество и эффективность строительного производства, формирует стратегии, позволяющие оперативно принять инвестиционные решение.

Список использованных источников

1. Астафьева, Н. С. Преимущества использования и трудности внедрения информационного моделирования зданий / Н. С. Астафьева, Ю. А. Кибирева, И. Л. Васильева // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – № 8(59). – С. 41-62. – DOI 10.18720/CUBS.59.3. – EDN YMFSAH.

2. Топчий, Д. В. Разработка организационно-технологической модели осуществления строительного контроля при возведении многоэтажных жилых зданий / Д. В. Топчий, В. А. Скакалов // Научное обозрение. – 2017. – № 11. – С. 97-100. – EDN ZIAVPP.

3. Талапов, В. В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий / В. В. Талапов. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "ДМК пресс. Электронные книги", 2015. – 410 с. – ISBN 978-5-9706-0291-1. – EDN ZXGNRP.

УДК 666.942.82

Тарыбаев С.Е.

ВЛИЯНИЕ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БЕЛИЗНУ ЦЕМЕНТА

Одним из ключевых показателей качества цемента является его цветовая характеристика, которая может варьироваться от серого до белого оттенка. Белизна цемента имеет не только эстетическое значение, но также влияет на эксплуатационные характеристики конечного продукта.

Целью исследования было изучение влияния различных сырьевых материалов на показатель белизны цемента. Для достижения этой цели были проведены лабораторные эксперименты с различными видами сырья, а также анализ литературных данных по данной теме.

Для проведения экспериментов использовались стандартные методы анализа химического состава сырьевых материалов, включая рентгенофлуоресцентную спектроскопию (XRF) для определения содержания основных элементов, таких как кальций, кремний, алюминий и железо. Также применялись рентгенофазовый анализ (XRD) для изучения фазовых переходов при обжиге цементного клинкера.

Кроме того, был проведен сравнительный анализ белизны образцов цемента, полученных из разных видов сырья, с помощью колориметрического метода измерения отражательной способности поверхности (ISO 11664-4). Это позволило количественно оценить влияние каждого вида сырья на итоговую белизну готового продукта.

Анализ химического состава показал, что содержание оксидов железа (Fe_2O_3) в сырье оказывает значительное влияние на белизну цемента. Высокое содержание Fe_2O_3 приводит к снижению показателя белизны, так как этот элемент способствует образованию темно-серых и коричневых оттенков в процессе обжига клинкера. Наоборот, снижение концентрации Fe_2O_3 способствует увеличению белизны.

Эксперименты подтвердили, что использование известняков с низким содержанием Fe_2O_3 позволяет получить более белый цемент. Следует отметить, что другие элементы, такие как марганец (Mn), также могут оказывать негативное влияние на белизну, но их эффект менее выражен по сравнению с железом.

Рентгенофазовые анализы показали, что температура обжига и длительность процесса также играют важную роль в формировании цвета цемента. При слишком высокой температуре или длительном обжиге возможно образование избыточного количества ферритов кальция, которые снижают белизну.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что выбор сырьевых материалов играет ключевую роль в достижении высокого уровня белизны цемента. Оптимизация химического состава исходного сырья путем снижения содержания оксидов железа и других нежелательных примесей является важным направлением улучшения качественных характеристик цемента.

Список используемых источников

1. Зубехин, А. П. Теоретические основы отбеливания цементного клинкера и красножгущейся керамики с различным содержанием оксидов железа / А. П. Зубехин, С. П. Голованова, Е. А. Зеленская // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2004. – № 4. – С. 53а-56. – EDN NTOIJL.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. техн. наук Хамидулиной Д.Д. (AuthorID: 291155)

УДК 691.55

Перевозова К.Д. (AuthorID: 1245786)

КЛЮЧЕВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА НАПОЛНИТЕЛЕЙ В ШТУКАТУРНЫХ СМЕСЯХ

На сегодняшний день средняя доля затрат на отделочные работы составляет 35–40 % от общих расходов на строительство зданий и сооружений. В связи с этим важно уделять особое внимание совершенствованию данного вида работ и внедрению новых отделочных материалов. Наиболее популярный вид сухих строительных смесей - шпаклевки, их покупают более 60 % потребителей. Около 50 % используют штукатурные и универсальные смеси [1].

В современном строительстве качество отделочных работ играет важную роль, и одним из ключевых факторов, влияющих на это качество, являются наполнители для штукатурных смесей, так как они влияют на их свойства и область применения. Основные характеристики наполнителей включают их размер, форму, плотность и химический состав. Эти параметры определяют, как наполнители будут взаимодействовать с другими компонентами смеси, а также как они повлияют на конечные свойства штукатурной смеси, такие как прочность, адгезия и устойчивость к внешним воздействиям.

Традиционная штукатурная смесь представляет собой готовую к применению сухую смесь цементного вяжущего, чаще белого портландцемента, минеральных заполнителей в виде тонкомолотого кварцевого песка фр. 063 и комплекса модифицирующих химических добавок [2]. Помимо традиционных заполнителей в штукатурных смесях, могут использоваться различные альтернативные материалы, которые улучшают свойства смеси, снижают стоимость или делают её более экологичной, такие как: перлит, вермикулит, керамзит, древесные опилки, пенополистирольные гранулы, пеностекло, зола-унос, микрокремнезем, гранулированный шлак, биополимеры и др. Эти материалы могут комбинироваться в зависимости от требуемых свойств штукатурной смеси: теплоизоляции, звукоизоляции, прочности, экологичности или декоративности. Также, как и к стандартным заполнителям штукатурных смесей, к альтернативным материалам предъявляется ряд требований, регламентируемых стандартами и нормативными документами. Существуют специальные нормативные документы, регламентирующие требования к материалам, применяемым для изготовления штукатурных смесей, включая наполнители. При работе с конкретным типом штукатурных растворов важно учитывать дополнительные требования, указанные в соответствующих стандартах и технических условиях. Правильный выбор и использование наполнителей не только улучшают физические свойства смеси, но и способствуют созданию более надежных и долговечных конструкций.

Список используемых источников

Дергунов, С. А. Сухие строительные смеси (состав, технология, свойства): учебное пособие / С. А. Дергунов, С. А. Орехов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 106 с. - EDN: SUHUQX;

Кузьмина В. П. Наполнители для сухих строительных смесей / В. П. Кузьмина // Сухие строительные смеси. – 2017. – № 3. – С. 8-15. – EDN: ZWBTST.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. техн. наук Хамидулиной Д.Д. (AuthorID: 291155)

УДК 691.4

Хамидулина Д.Д. (AuthorID: 733262), **Трубкин Д.В.**

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИФИКАТОРА ПОМОЛА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЦЕМЕНТНОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Цементная промышленность является одной из ключевых отраслей, обеспечивающих строительство и развитие инфраструктуры. Одним из важнейших процессов в производстве цемента является помол клинкера, который определяет качество и производительность конечного продукта. В последние годы значительное внимание уделяется использованию интенсификаторов помола, которые позволяют повысить эффективность работы цементных мельниц [1,2].

Использование интенсификаторов помола оказывает значительное влияние на производительность цементной мельницы. Основные эффекты включают:

Увеличение скорости помола: интенсификаторы способствуют более быстрому измельчению материала, что позволяет сократить время помола и увеличить пропускную способность мельницы.

Снижение энергопотребления: благодаря улучшению процесса измельчения, уменьшается энергозатратность работы мельницы, что приводит к снижению эксплуатационных расходов.

Повышение качества цемента: интенсификаторы помола способствуют получению более однородного и мелкого помола клинкера, что улучшает физико-механические свойства цемента.

Уменьшение износа оборудования: некоторые интенсификаторы помогают снизить износ внутренних элементов мельницы, продлевая срок их службы и снижая затраты на ремонт и замену.

Внедрение химических интенсификаторов позволяет увеличить производительность мельниц на 15% и снизить энергопотребление на 10%, а также приводит к улучшению качества цемента и сокращению времени помола на 15-20%.

Интенсификаторы помола играют важную роль в повышении производительности и эффективности цементных мельниц. Их применение позволяет не только увеличить скорость и качество помола, но и снизить эксплуатационные расходы. В условиях растущих требований к качеству и производительности цемента, использование интенсификаторов становится неотъемлемой частью современного производства.

Список используемых источников

1. Трубкин, Д. В. Применение интенсификатора помола цемента / Д. В. Трубкин // 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. 308. – EDN EFTTDP.

2. Шахниязова, К. Б. Выбор интенсификатора помола при сухом способе производства цемента / К. Б. Шахниязова // 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. 301. – EDN QWYTUE.

УДК 691.322.7

Хамидулина Д.Д. (AuthorID: 733262), **Татаркин М.С.**

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМЕНЫ ПРИРОДНОГО ПЕСКА НА ОТСЕВЫ ДРОБЛЕНИЯ В МЕЛКОЗЕРНИСТОМ БЕТОНЕ

В современном строительстве одним из ключевых аспектов является поиск экономически выгодных и экологически устойчивых решений. Одним из таких решений может стать замена природного песка на отсевы дробления в производстве мелкозернистого бетона.

Основные преимущества использования отсевов дробления является:

Доступность и стоимость: Отсевы дробления являются побочным продуктом добычи и обработки камня. Их использование позволяет снизить затраты на приобретение природного песка, который требует значительных затрат на добычу и транспортировку.

Экологическая устойчивость: Применение отсевов дробления способствует уменьшению объемов отходов и снижению нагрузки на природные ресурсы. Это соответствует современным требованиям экологической безопасности и устойчивого развития.

Качество бетона: Отсевы дробления обладают хорошей зерновой структурой, что способствует улучшению сцепления с цементным тестом и, как следствие, повышению прочности и долговечности бетона.

Замена природного песка на отсевы дробления позволяет значительно сократить затраты на производство мелкозернистого бетона. Основные экономические выгоды включают:

1. Снижение затрат на материалы: Отсевы дробления обычно дешевле природного песка, что напрямую влияет на себестоимость бетона.

2. Использование отсевов дробления может упростить процесс подготовки материалов, что снижает трудозатраты и время производства.

3. Увеличение конкурентоспособности: Снижение себестоимости продукции позволяет строительным компаниям предлагать более выгодные условия своим клиентам, что повышает их конкурентоспособность на рынке [1].

Замена природного песка на отсевы дробления в мелкозернистом бетоне представляет собой экономически эффективное и экологически ответственное решение. Это позволяет снизить затраты на производство, улучшить качество бетона и способствовать устойчивому развитию строительной отрасли. Внедрение таких технологий является важным шагом на пути к более рациональному использованию природных ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Замена природного песка на отсевы дробления не только экономически выгодна, но и не ухудшает, а в некоторых случаях даже улучшает характеристики бетона.

Список используемых источников

1. Строкова, В. В. Оценка экономической и социально-экологической эффективности комплексного использования попутно-добываемых пород / В. В. Строкова, В. А. Столярова, Г. А. Лесовик // Строительные материалы. – 2005. – № 2. – С. 12а-13. – EDN JVOHBR.

УДК 691.4

Хамидулина Д.Д. (AuthorID: 733262), **Ткачева Т.А.** (AuthorID: 1155320), **Козин М.А.**

ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНО-УДАРНОГО ПОМОЛА НА СВОЙСТВА ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ

Для эффективного использования глин в производстве необходимо их измельчение, которое включает процесс помола. Суть измельчения заключается в разрыве поверхностного слоя материала, где сила связи частиц определяется поверхностной энергией, а также в разъединении внутренних частиц, связанных объемными силами сцепления.

В основе исследований лежит центробежно-ударный способ измельчения [1].

Центробежно-ударная мельница находит широкое в различных отраслях, включая керамическую промышленность. Оборудование эффективно измельчает и обеспечивает высокую степень дисперсности и однородности частиц. Это позволяет улучшить пластичность и формуемость материала, что особенно важно в производственных процессах, таких как формование и обжиг. Кроме того, измельчение способствует изменению влажности сырья, так как мелкие частицы быстрее впитывают и теряют влагу, что необходимо учитывать при подготовке смеси [2].

Тонкий помол сырьевой смеси до класса <100 и <200 мкм обеспечивает повышение качества получаемого керамического материала.

Измельчение сырьевой смеси в центробежно-ударной мельнице улучшает условия формования, и повышает физико-механические показатели керамических изделий.

Измельчение сырьевых смесей в центробежно-ударной мельнице позволяет повысить прочностные характеристики в сравнении с исходной сырьевой смесью, а также получить ровную лицевую поверхность керамических изделий при полусухом и пластическом способах формования.

Список используемых источников

1. Применение центробежно-ударной техники в технологии композиционных материалов / А. В. Артамонов, М. С. Гаркави, Е. В. Колодежная [и др.] // Сборник трудов XIII Российско-Китайского Симпозиума "Новые материалы и технологии", Казань, Россия, 21–25 сентября 2015 года / Под общей редакцией К.А. Солнцева. Том I. – Казань, Россия: ООО "Интерконтакт Наука", 2015. – С. 38-40. – EDN WHVFBN.

2. Толкачева, А. С. Общие вопросы технологии тонкой керамики : учебное пособие рекомендовано методическим советом Уральского федерального университета для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.01 и 18.04.01 — Химическая технология / А. С. Толкачева, И. А. Павлова ; научный редактор И. Д. Кащеев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. – 184 с. – ISBN 978-5-7996-2393-7. – EDN UUHRUS.

УДК 622

Шишкин И.В. (AuthorID: 148380), **Новиков Е.В.**

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗАКЛАДОЧНЫХ РАБОТ С ТВЕРДЕЮЩЕЙ ЗАКЛАДКОЙ

В мировой практике добычи полезных ископаемых всё большее значение приобретают геотехнологии с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями. Это связано с необходимостью утилизации отходов горного производства и соблюдения экологических норм [1]. Однако существуют некоторые проблемы, которые необходимо решить для успешного применения этой технологии.

Капитальные затраты на оборудование и строительство закладочного комплекса являются важным аспектом при реализации проекта. Они определяют качество и эффективность работы комплекса, а также влияют на его конкурентоспособность на рынке. При планировании капитальных затрат необходимо учитывать все факторы, влияющие на стоимость проекта, и выбирать оптимальное соотношение цены и качества оборудования и услуг. Закладочные работы требуют значительных инвестиций в оборудование и инфраструктуру, что может быть непосильным для некоторых предприятий.

Еще одной проблемой являются высокие издержки производства. Приготовление и транспорт твердеющих смесей могут составлять до 20–30 % себестоимости добычи полезного ископаемого.

Формирование сложного вяжущего из различных компонентов также является важным этапом процесса приготовления твердеющей смеси. При выборе материалов для приготовления твердеющих закладочных смесей необходимо учитывать условия их эксплуатации, требования к прочности, водостойкости и другим свойствам. От качества вяжущего зависит прочность и надёжность искусственного массива.

Многие компоненты, используемые для приготовления твердеющих смесей, требуют предварительной переработки для повышения их активности и качества. Качественный помол обеспечивает равномерное распределение компонентов, уменьшение размера частиц и улучшение текучести смеси. Это, в свою очередь, повышает прочность, водостойкость и устойчивость к агрессивным средам закладочных смесей, делая их более надёжными и долговечными.

Современные проблемы при проведении закладочных работ с твердеющей закладкой связаны с высокими капитальными затратами, издержками производства и качеством вяжущего материала. Однако эти проблемы могут быть успешно решены благодаря развитию технологий и оптимизации процессов.

Список используемых источников

1. Эффективность утилизации доступного сырья для изготовления твердеющих закладочных смесей / В. И. Голик, Ю. В. Дмитрак, О. З. Габараев, В. В. Вернигор // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2020. – № 11-1. – С. 85-93. – DOI 10.25018/0236-1493-2020-111-0-85-93. – EDN BJJHSQ.

Секция «Промышленное и гражданское строительство»

УДК 69.032.22

Кришан А.Л. (Author ID 535561), **Астафьева М.А.** (Author ID 880101), **Морозов М.С., Кучеров А.В.**

УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ К ПРОГРЕССИРУЮЩЕМУ ОБРУШЕНИЮ

Согласно действующих нормативных документов РФ проектируемые здания высотой более 100 м и должны быть защищены от прогрессирующего обрушения при локальном разрушении. В Екатеринбурге запроектирован многофункциональный 26 этажный центр высотой 99,9 м. Согласно действующего СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения» решение о проверке устойчивости таких зданий при локальных разрушениях принимает заказчик.

Преподаватели и студенты ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» выполнили расчет на прогрессирующее обрушение несущего каркаса этого здания. с помощью ПК «ЛИРА САПР». Основные размеры проектируемого здания в плане (в осях) составляют 81,0 м х 74,0 м. Проектом предусмотрена трехэтажная подземная часть с отметкой нижнего этажа -14,5 м. Здание имеет каркасно-стволовую конструктивную систему. Конструктивная схема – рамно-связевая. Устойчивость и геометрическая неизменяемость здания обеспечивается железобетонным рамным пространственным каркасом с жесткими узлами сопряжения горизонтальных дисков перекрытий со стенами и колоннами, а также монолитным ядром жесткости в центральной части. Все узлы сопряжения вертикальных конструкций с фундаментной плитой жесткие. Перекрытия запроектированы монолитными с пустотными вкладышами. Нагрузка от перекрытий на колонны передается через скрытые металлические капители. Шаг колонн переменный, но чаще всего составляет 8 м. В колоннах нижних этажей для принятого конструктивного решения возникают сжимающие усилия порядка 27 МН. Расчеты показали, что оптимальным вариантом для конструкции колонн являются трубобетонные элементы круглого поперечного сечения [1]. Диаметр колонн принят переменным в зависимости от яруса по высоте здания и составляет от 630 мм до 420 мм.

Принятое конструктивное решение для практики строительства является новым. В таких случаях СП 385.1325800.2018 рекомендует выполнять расчет на прогрессирующее обрушение. Расчетная проверка выполнена по пространственной расчетной схеме по первому предельному состоянию с удалением колонн крайнего ряда нижнего этажа. Согласно указаниям норм в расчете учтены нормативные характеристики материалов конструкций, наружные стеновые панели, физическая, геометрическая и конструктивной нелинейности. Результаты расчетов показали, что устойчивость каркаса обеспечена.

Список используемых источников

1. Han L-H. Developments and advanced applications of concrete filled steel tubular (CFST) structures / Han L-H., Li W., Bjorhovde R. // Journal of Constructional Steel Research. –2014. Vol. 100. – P. 211-228. – DOI:10.1016/j.jcsr.2014.04.016.

УДК 69.032.22

Кришан А.Л. (Author ID 535561), **Астафьева М.А.** (Author ID 880101),
Лихидько М.А. (Author ID 1038214), **Мухамбетов Т.Б.**

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА

В настоящее время идет процесс проектирования здания многофункционального центра «Opera Tower». Данный объект в 2026-2027гг. планируется построить в центре Екатеринбурга в границах улиц Красноармейская-Малышева. Здание включает в себя 45 надземных и три подземных этажа. Высота от планировочной отметки 171 м. В нем будут располагаться следующие помещения: 3-уровневая подземная автостоянка, офисы, апартаменты, магазины промтоварные и продуктовые, рестораны, столовая, фитнес-центр.

Подземные и восемь надземных этажей представляют собой стилобатную часть с размерами в осях 82,7×67,6 м. Соответствующие размеры высотной части – 69,5×35,1 м. Высотная часть повернута по отношению к стилобатной под углом 45 градусов. Общая площадь здания 115440 м^2, строительный объем 459395 м^3, в том числе 378 921 м^3 выше отметки 0.000. Степень огнестойкости - I с повышенными пределами огнестойкости несущих строительных конструкций

Конструктивная система здания каркасно-стволовая, конструктивная схема – рамно-связевая. Вертикальными несущими элементами являются железобетонные стены ядра жесткости, колонн и диафрагмы жесткости стилобата. Объединяют эти элементы в единую систему жестко связанные с ними монолитные перекрытия и покрытие. Так как стилобат участвует в обеспечении общей устойчивости здания, то каркас представляет собой один конструктивный блок.

Статический расчет каркаса выполнялся на ЭВМ с помощью программы «Лира САПР». Для расчета задавалось 8 нагружений: нагрузка от собственного веса; все длительно действующие нагрузки, включая нагрузки от веса оборудования и материалов; полезная нагрузка на перекрытия; нагрузка на покрытия здания от снега либо полезная; нагрузка от бокового давления грунта; действие ветрового давления на каркас здания по направлениям соответственно под углами 0, 90, 180, 270 к оси X. К соответствующим ветровым нагрузкам добавлялась пульсационная составляющая для каждой учитываемой формы колебаний.

На расчетные сочетания усилий выполнены конструктивные расчеты несущих элементов. При этом в первоначальном варианте монолитные перекрытия принимались сплошными, а колонны – железобетонными. В связи с большими усилиями сечение колонн нижнего яруса получилось 1500×1500 мм, что не устроило заказчика. Было решено перекрытия замерить на монолитное многопустотное, а колонны на трубобетонные. В результате сечение колонн значительно снизилось и на нижнем ярусе составило 920 мм. Колонны рассчитаны на огнестойкость R240, что соответствует требованиям норм.

УДК 69.032.22

Кришан А.Л. (Author ID 535561), **Астафьева М.А.** (Author ID 880101),
Асадов Т.З., Кучеров Е.В.

ПОВЫШЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ ПРОГРЕССИРУЮЩЕМУ ОБРУШЕНИЮ

Ученые ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» участвуют в проектировании высотного здания многофункционального центра в г. Екатеринбурге. Высота 45-этажного здания составляет 171 м.

Каркас здания представляет собой единую систему, состоящую из железобетонных стен ядра жесткости, колонн, монолитных многопустотных перекрытий и диафрагм жесткости стилобата. Схема здания рамно-связевая ядровой компоновки. Общая устойчивость и пространственная неизменяемость каркаса здания обеспечивается работой монолитных стен ядра жесткости и колонн, выполняемых на всю высоту здания, а также работой диафрагм жесткости стилобата. Монолитные перекрытия являются жесткими горизонтальными дисками, обеспечивающими совместную работу стен с колоннами и пилонами.

Действующие нормы РФ для зданий высотой более 100 м предписывают обязательное выполнение защиты от прогрессирующего обрушения при локальном разрушении. Считается, что защита здания от прогрессирующего обрушения обеспечена, если для любых элементов и их соединений соблюдается условие

$$F<S,$$

где F — расчетные усилия в конструктивных элементах или их соединениях;

S — несущая способность конструктивных элементов и их соединений.

Расчет первого варианта несущего каркаса показал, что удаление наиболее нагруженной железобетонной колонны нижнего яруса привело к прогрессирующему обрушению здания. Вследствие этого в проекте были приняты следующие конструктивные меры: железобетонные колонны заменены на трубобетонные, существенно повышающие живучесть каркаса [1,2]; все шарнирные соединения заменены на жесткие, что повысило степень статической неопределимости расчетной модели; запроектировали аутригерные этажи на 21 и 40 этажах; в расчетной модели учли включение в работу навесных наружных стеновых панелей, которые при нормальной эксплуатации сооружения являются ненесущими.

При проверке несущей способности элементов конструктивной системы по вторичной расчетной схеме устойчивость всех элементов оказалась обеспечена.

Список используемых источников

1. Han L-H. Design Guide for Concrete-filled Double Skin Steel Tubular Structures / L.-H. Han, D. Lam, D. Nethercot. – CRC Press, Taylor & Francis Group, 2018. – 113 p.

УДК 928.92:728.1

Чикота С.И. (AuthorID: 535563)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УПЛОТНЕНИЯ ЗАСТРОЙКИ НА ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ

Необходимость в оценке естественного освещения помещений возникла в связи с проектированием двухэтажной пристройки, примыкающей к встроено-пристроенным нежилым помещениям первого этажа жилого дома со стороны северного фасада. Второй этаж проектируемой пристройки располагался на удалении 6 метров параллельно торцовому фасаду многоэтажного жилого дома, на котором располагались окна помещений квартир (рис.). Стена второго этажа пристройки, ориентированная на жилой дом не имела оконных проемов.

Предстояло оценить, повлияет ли близость пристройки на соблюдение нормируемого уровня естественного освещения помещений квартиры.

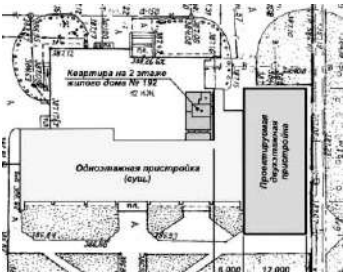


Схема разреза



Ситуационный план застройки и схема разреза

Характеристика системы естественного освещения жилого помещения: количество окон – 1, размеры окна –1,2 х 1,4 (высота) м, ориентация окна – север. Плоскость нормирования освещенности - горизонтальная плоскость поверхности пола. Высота от плоскости нормирования до верха окна - 2,24 м. Противостоящие существующий 12-и этажный жилой дом частично экранирует небосвод.

Так как исследуемая квартира имеет угловую ориентацию и есть жилая комната, окно которой ориентировано на восток, то в ориентированных на север кухне и жилой комнате нормируемое КЕО при боковом освещении должно обеспечиваться в точке, расположенной в центре помещений на плоскости пола. Разряд зрительной работы в помещениях - В-1. При ориентации помещений на север оценка изменения инсоляционного режима не имеет смысла.

Расчеты были выполнены по рекомендациям СП 23-102-2003 «Естественное освещение жилых и общественных зданий» Расчеты показали, что в нормируемой точке значение КЕО составляет: кухня – 1,64%; жилая комната - 2,14 %, что больше установленной нормами величины, равной 0,5 %. Следовательно, исследуемые помещения после возведения пристройки будут в достаточной степени обеспечены естественным освещением и можно только выразить сожаление о том, что вид из окон будет ограничен.

УДК 69.059.73

Ильин А.Н. (AuthorID: 701542), **Бардина В.А.**

РЕКОНСТРУКЦИЯ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНЪЕКЦИОННЫХ УСИЛЕНИЙ

Каменные конструкции занимают большой объем среди других конструкций зданий и сооружений, а в исторических зданиях являются основным типом конструкций. Сохранение зданий историко-архитектурного значения, выполненных из каменной кладки на растворах с использованием традиционного для тех времён известкового связующего, является актуальной задачей; это один из способов передачи преемственности культурного наследия молодым поколениям.

С течением времени, под воздействием неблагоприятных климатических условий, изменений некоторых свойств грунта, часто из-за отсутствия правильной эксплуатации зданий и других подобных причин, старинные постройки получают дефекты и повреждения. Особенно это касается кирпичных зданий, расположенных в сейсмически активных зонах Российской Федерации.

Для сохранения старинной каменной кладки, в которой используются растворы на известковом связующем, предлагается использовать метод инъекционного усиления жидкостекольными композициями.

В ходе исследований разработан состав жидкостекольной композиции и выполнена технологическая проработка производственного процесса, на основе чего был разработан технологический регламент. Таким образом, усовершенствование технологии усиления каменной кладки композициями на основе жидкого стекла даёт возможность повысить прочность сцепления кладки до 110 кПа в сроки до 140 суток при температуре 18…22 градуса по Цельсию в преимущественно воздушно-сухих условиях, что позволит сохранить объекты исторической ценности в конструктивной целостности.

Список используемых источников

1. Грановский, А. В. Оценка прочности кирпичной кладки, усиленной инъекционным составом / А. В. Грановский, Ю. С. Кунин, О. Е. Легецкий. - Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. - 2023. - № 2. - С. 37-43.

2. Грановский, А. В. Инъекционные составы для повышения прочности и монолитности кирпичной кладки / А. В. Грановский, Ю. С. Кунин, О. Е. Легецкий. - Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. - 2023. - № 4. - С. 16-20.

УДК 728.1

Пермяков М.Б. (AuthorID: 535560), **Будакова А.В.**

БИОАРХИТЕКТУРА В ПРОЕКТИРОВАНИИ КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ ЖИЛЫХ ОБЪЕКТОВ

Создание комфортной среды является многоплановой проблемой. Разнообразные подходы и авторские концепции в данной области демонстрируют свою состоятельность, как с точки зрения обеспечения физического комфорта, так и с точки зрения формирования психологического комфорта. [1]. Наблюдаются новационные направления в проектировании, позволяющие создавать объекты строительства, соответствующие потребностям современного человека, это: нетрадиционные для строительной отрасли материалы (например, полимербетоны высокого качества, клеёные натуральные материалы и т.д.), ориентация проектов и их внедрение на природосбережение (экополитика в строительстве), нетрадиционные ресурсы территорий под застройку (например – дома на воде, под землей и т.д.) [2; 3]. В основе создания жилых домов лежат основные принципы: экономии ресурсов; непосредственного контакта с природой, вдохновение её образцами; а так же принцип экологичности. Примером экополитики в строительстве может служить проектный подход, основанный на принципах биоархитектуры, зародившейся ещё в XX веке. В XXI веке, помимо вдохновения живой природой, превалирует концепция экономии ресурсов (энергии, материалов), решаются задачи повышения прочности строений. Ставятся задачи непосредственного контакта с природой: связи интерьера, экстерьера с окружающим ландшафтом [4].

Список используемых источников

1. Пермяков М. Б., Краснова Т. В. Создание комфортной среды в условиях малогабаритного жилья // МНИЖ. 2021. №1-1 (103). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-komfortnoy-sredy-v-usloviyah-malogabaritnogo-zhilya (дата обращения: 05.02.2025).

2. Пермяков, М. Б. Технологические инновации в строительстве современных индивидуальных домов / М. Б. Пермяков, Т. В. Краснова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы 80-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 18–22 апреля 2022 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. – С. 456. – EDN NNHXZL.

3. Пермяков, М. Б. Экополитика в производстве, строительстве и архитектуре / М. Б. Пермяков, А. В. Будакова, Т. В. Краснова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2022. – Т. 13, № 2. – С. 15-18. – EDN TPEZAD.

4. Пермяков, М. Б. Тенденции применения биоархитектуры при создании жилых домов в XXI веке / М. Б. Пермяков, Т. В. Краснова // НАУКА в ЭПОХУ ГЛОБАЛИЗАЦИИ и ЦИФРОВИЗАЦИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ и ПРАКТИКИ: материалы XX Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 10 ноября 2022 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2022. – С. 26-31. – EDN HNKJWI.].

УДК 691

Пермяков М.Б. (AuthorID: 535560), **Пашков Е.И.,** (AuthorID: 939084)

ОРГАНИЗАЦИЯ ОГНЕУПОРНЫХ ФУТЕРОВОК ГАЗОХОДОВ НА УРАЛЕ

Вопросы разработки и внедрения в практику современного огнеупорного футеровочного материала являются актуальными. [1]. На сегодняшний день для производства огнеупоров применяются более 150 различных сырьевых материалов, в том числе более 100 неорганических веществ. Нанесение ремонтных и огнеупорных масс и смесей на различную поверхность методом торкретирования – наиболее удобный и гарантированно качественный способ организации футеровок [2; 3]. Сложились благоприятные условия для системной организации промышленного производства новых теплоизоляционных материалов с использованием региональных ресурсов [4]. Нами были рассмотрены свойства различных видов торкрет-масс, используемых при ремонтах и строительстве на промышленных предприятиях Урала. Варианты были протестированы и проанализированы для выявления ключевых свойств рассматриваемых материалов. Собранные данные были классифицированы, и их особенности были описаны [5]. Найден оптимальный вариант технологии нанесения торкрет-массы при угле атаки в 90^{o} при помощи торкрет-установкой MPCS 4.30V с полиуретановым соплом длиной 500 мм. Сопла из конструкционных пластиков обеспечивают меньший износ и, хотя, их устойчивость к высоким температурам и давлению может быть ограничена, для проведения ремонтов газоходов их применение вполне допустимо.

Список используемых источников

1. Пермяков, М. Б. Современные строительные теплоизоляционные материалы / М. Б. Пермяков, Е. И. Пашков // 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. 485. – EDN HEUPGG.

2. Пашков Е. И., Пермяков М. Б., Краснова Т. В. Современные технологии футеровки газоходов тепловых агрегатов огнеупорными материалами // МНИЖ. 2021. №6-1 (108).

3. Permyakov, M. B. Lining Application by means of Guniting (Using Machine TOR-1) / M. B. Permyakov, E. I. Pashkov, T. V. Krasnova // Proceedings of the 6th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety : ICCATS 2022, Sochi, 04–10 сентября 2022 года. – Switzerland: Springer Cham, 2023. – P. 89-97. – DOI 10.1007/978-3-031-21120-1_9. – EDN BBCROU.

4. Pashkov, E. I. Use of local materials in refractory shotcreting of gas ducts / E. I. Pashkov, M. B. Permyakov, T. V. Krasnova // AIP Conference Proceedings : VII International Conference “Safety Problems of Civil Engineering Critical Infrastructures” (SPCECI2021), Yekaterinburg, 27–28 мая 2021 года. Vol. 2701. – Yekaterinburg: AIP Publishing, 2023. – P. 020036. – DOI 10.1063/5.0123356. – EDN SRVTTT.

5. 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. ICCATS 2024. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 565. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-80482-3_26

УДК 728

Пермяков М.Б. (AuthorID: 535560), **Краснова Т.В.** (AuthorID: 703894)

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА МАЛОГАБАРИТНОГО ЖИЛЬЯ

Политика государства в сфере обеспеченности жильём населения направлена на решение острой проблемы насыщения рынка жильём для семей с детьми и молодёжи [1]. В соответствие с новой Концепцией разумного потребления и запросов данной категории населения речь идёт о малогабаритном жилье. При этом насыщение рынка жилья должно проходить с внедрением более эффективных архитектурно-планировочных решений и разнообразных типов жилья, и в ближайшее время этот тренд будет нарастать [2]. Зарубежный опыт так же демонстрирует тенденции на стремление разумной организации жилого пространства. Например во Франции студия-новостройка имеет площадь не менее 30 м^2, как и в Испании, где минимальная площадь маленькой квартиры не менее 30 м^2. В Италии есть микро-квартиры площадью 7-10 м^2. Они часто используются в качестве ночлега в рабочие дни, чтобы избежать транспортных пробок. В Великобритании такого рода жильё представлено студиями площадью 17 - 25 м^2, в Швеции минимальное жилье порядка 17 м^2. В Германии высок спрос и появились апартаменты в 22 м^2 (зачастую используется в качестве гостиниц). В Японии минимальная норма для проживания 28 м^2, тем не менее одним из востребованных являются мини-апартаменты от 6 до 13 м^2. Активно развивается тема капсульного жилья до 5 м^2 и востребована в аренде японской молодежью и туристам. Таиланд - квартиры-студии в 15-20 м^2, куда включены: индивидуальный санузел, кухонная зона и спальня [3]. На рынке недвижимости в России начали появляться мини-квартиры, площадь которых составляет 8 – 12 м^2. Такие типы квартир должны иметь тщательно организованное пространство, специальный дизайн мебели и инженерного оборудования. Необходимо отметить, что гармония, комфорт и уют - факторы, делающие малогабаритное жильё не просто вынужденным экономичным вариантом существования, но и полноценным способом организации жизни в соответствие с современной Концепцией разумного потребления [4].

Список используемых источников

1. Пермяков, М. Б. Создание комфортной среды в условиях малогабаритного жилья / М. Б. Пермяков, Т. В. Краснова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 1-1(103). – С. 165-169. – DOI 10.23670/IRJ.2021.103.1.025. – EDN NEMNVH.

2. Заборова Е. Н. Жилищный вопрос: микроквартиры и повседневность горожан// Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2023. № 2. С. 145–155. doi: 10.21685/2072-3016-2023-2-13

3. Горсткова, Е. И. Малогабаритная квартира: зарубежный и отечественный опыт / Е. И. Горсткова, О. В. Колпакова // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 2. – С. 145-148. – EDN VQHHDZ.

4. Пермяков М., Краснова Т. Проектирование и строительство современного малогабаритного жилья //Russian Journal of Construction Science and Technology. – 2024. – Т. 10. – №. 1. – С. 1001003-9 стр.

5. Пермяков, М. Б. Экополитика в производстве, строительстве и архитектуре / М. Б. Пермяков, А. В. Будакова, Т. В. Краснова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2022. – Т. 13, № 2. – С. 15-18. – EDN TPEZAD.

УДК 658

Осипов Н.А.

ПОДХОДЫ В УПРАВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Рассмотрение различных алгоритмов выбора рациональных организационных структур управления предприятием строительного профиля необходимо начинать с определения критериев последующего синтеза существующих алгоритмов управления. Проектный подход в организации и управлении строительством конкретного объекта является на сегодняшний день перспективным и целесообразным [1]. Интеграция интернета вещей (IoT) в строительство позволяет оптимизировать процессы обслуживания и повышает эффективность проектов. 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. 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 (пример - использование искусственного интеллекта); интеграцией в процесс реализации проекта современных технологий и аналитики; оптимизацией процессов и использованием передовых технологий; высокой степенью гибкости в управлении проектами (благодаря применению инновационных методов); высокой точностью исполнения, контроля и соблюдения стандартов качества (благодаря использованию новейших технологий); повышением конкурентоспособности (благодаря большей привлекательности для заказчиков); гарантированно надёжной основой (благодаря улучшенному управлению проектами на ранних этапах). Вывод: необходима организация многоступенчатой системы строительного образования способствующей модернизации информационной и материальной базы, развитию производственных полигонов, 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. Литвиненко Д. Г. Современные подходы к управлению строительными проектами // Вестник науки. 2023. №11 (68).

3. Пермяков, М. Б. Развитие строительного образования на Южном Урале / М. Б. Пермяков, Т. В. Краснова // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 6. – С. 175-179. – DOI 10.17513/snt.37571. – EDN ZZSDJB.

4. 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.

Работа выполнена под научн. рук-вом д-р Ph.D, канд. техн. наук, доц., доц. каф. ПГС Пермякова М.Б. (AuthorID: 535560).

УДК 628.112.24

Жданова А.М.

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН, УСТОЙЧИВЫХ К ДЕЙСТВИЮ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

В результате опасных природных или техногенных процессов, сопровождающихся распространением в толще грунта динамического воздействия, могут возникать чрезвычайные ситуации (ЧС), приводящие в аварийное состояние инженерные коммуникации городов и населенных пунктов, в частности системы водоснабжения. Водоснабжение с помощью водозаборных скважин имеет важное значение при действии ЧС поскольку подземные воды более устойчивы при различного рода загрязнения, вызываемых экологическими бедствиями и катастрофами. Кроме этого, в г. Магнитогорск водозабор осуществляется только из подземных источников. Целью исследования является разработка скважин, конструкции которых могут противостоять действию разрушающих динамических факторов.

Скважины с амортизирующим устройством в виде гидравлических демпферов обеспечивают гашение энергии волны возмущения за счёт принудительного перетока вязкой жидкости. В качестве демпферной жидкости применимы глицерин или силикон.

Конструктивной особенностью предлагаемого типа скважин является наличие концентрически расположенных секций труб с узлами герметизации в виде стальных кольцевых заглушек, соединяющих нижние торцы промежуточных труб с обсадными и фильтровыми колоннами труб. Конструктивные элементы скважин необходимо собирать заблаговременно на базе буровой организации и доставлять на буровую площадку автотранспортом. Бурение скважин осуществляется вращательным способом с использованием глинистой промывки.

Внедрение новых конструктивных и технологических решений устраняет экономический ущерб, связанный с разрушением при действии динамических нагрузок скважин обычной конструкции, и позволяет обеспечить надежную работу системы водоснабжения из подземных источников в острый период ЧС.

Список используемых источников

1. Юданов, П. М. Роль трубопроводов в обеспечении критической инфраструктуры / П. М. Юданов // Современные исследования: теория, практика, результаты (шифр - МКСИ) : сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, Москва, 11 ноября 2024 года. – Москва: Издательство АНО ДПО «ЦРОН», 2024. – С. 151-156. – EDN CMBFQO.

2. Пермяков, М. Б. Анализ аварий производственных зданий и сооружений / М. Б. Пермяков // Архитектура. Строительство. Образование. – 2014. – № 1(3). – С. 264-270. – EDN SABGLD.

3. Пермяков, М. Б. Экополитика в производстве, строительстве и архитектуре / М. Б. Пермяков, А. В. Будакова, Т. В. Краснова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2022. – Т. 13, № 2. – С. 15-18. – EDN TPEZAD.

Работа выполнена под научн. рук-вом д-р Ph.D, канд. техн. наук, доц., доц. каф. ПГС Пермякова М.Б. (AuthorID: 535560).

УДК 338.512

Горбунова О.Ю. (AuthorID: 1279248), **Пичугин Д.С.**

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ СТАВКИ РЕФИНАНСИРОВАНИЯ НА ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Строительная отрасль России довольно успешно закрыла прошедший 2024 год, хотя он был экономически непростым: рост себестоимости строительства, снижение спроса на новостройки, ужесточение денежно-кредитной политики и дефицит кадров – все это породило серьезные вызовы и неоднократно ставило перед профессиональным строительным сообществом трудно выполнимые задачи для реализации масштабных проектов.

Высокая ключевая ставка Центробанка (ЦБ) существенно удорожает кредиты для строителей. Объективно повышение ключевой ставки приводит к удорожанию займов для застройщиков, что может повлечь сокращение инвестиционной активности и замедлить реализацию крупных девелоперских проектов, рентабельность которых изначально рассчитывалась при более низких ставках.

Безусловно, текущая экономическая ситуация требует адаптации строительного бизнеса с помощью сокращения расходов или использования иных механизмов поддержки отрасли.

В первую очередь, высокая ключевая ставка сказывается на себестоимости строительства, по этой причине некоторые девелоперы высказывают опасения относительно замедления реализации проектов в среднесрочной перспективе.

Строительный рынок постепенно переориентируется на субсидирование от застройщиков. Совместно с банками-партнерами девелоперы стараются предложить покупателям максимально гибкие условия приобретения недвижимости по ипотеке: низкие процентные ставки, «ипотеку по двум документам» и т. д. [1].

Также популярность набирает траншевая ипотека, которую еще называют «ипотека за рубль» – по сути это кредит на покупку жилья в новостройке, при котором оплата застройщику производится банком, чаще всего, двумя траншами.

Среди других механизмов поддержки населения активно обсуждается механизм жилищных ипотечных сертификатов, устанавливающий право на субсидию для покупки жилья.

Введение льгот на покупку жилья для разных категорий населения с соблюдением обязательных для них условий в конечном итоге может позволить обеспечить жильем большинство нуждающихся в нем граждан.

2025 год для отечественного строительного комплекса вполне может оказаться временем значительных организационных и технологических преобразований. Успех будет зависеть от способности профессионального строительного сообщества адаптироваться к новым технологиям, изменениям в законодательстве и глобальной экономической обстановке.

Список используемых источников

1. Строительный эксперт : сайт / ООО «Строительный Эксперт». Москва, 2017. URL: https://ardexpert.ru/article/27693 (дата обращения: 05.02.2025)

УДК 338.512

Горбунова О.Ю. (AuthorID: 1279248), **Трубкина И.В.** (AuthorID: 1245061)

СНИЖЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Перед строительной отраслью поставлена амбициозная задача – повышение производительности труда на 21%. Ее решением занимается и профильное министерство и Национальное объединение строителей (Нострой), популяризируя технологии и практики оптимизации ручного труда и автоматизации.

Примеры, когда трудоемкость процесса с точки зрения эффективности работы одного специалиста снизилась в разы за последние 5-6 лет, достаточно:

Механизированная штукатурка помещений, начинавшаяся как нечто сложное, превращается в массовую практику, в целесообразности которой не нужно убеждать ни российских работодателей ни таджикских гастарбайтеров.

Полусухое производство стяжки полов – было экспериментальной технологией, а теперь применяется повсеместно.

Практически полностью электрифицирован ручной инструмент, доступнее стали средства малой механизации (СММ).

Сейчас уровень автоматизации процессов и роботизации в российской стройотрасли отстает от показателей других развитых стран. По информации Минпромторга, в 2022 году средняя роботизация в России составляла 11 роботов на 10 тысяч сотрудников, а в Китае, по данным Международной федерации робототехники – 322.

Наша страна к 2030 году должна войти в число 25 ведущих государств мира по этому показателю со 145 роботами на 10 тысяч работников. Для этого правительством предусмотрены специальные меры поддержки – льготный лизинг, компенсации и скидки для производителей.

Российский работодатель безусловно готов тратиться на автоматизацию, средства малой механизации. Но, де-факто они должны быть быстро окупаемы. Если срок окупаемости составит полгода, то работодатель будет активно инвестировать в эту сферу, но если времени потребуется больше, то на фоне неритмичной загрузки строительного комплекса мало кто пойдет на это.

Строители многие стран преодолели похожие кризисные явления, когда заработная плата мигрантов стала чрезмерно высокой или миграционное законодательство изменилось, и ручной труд оказался очень дорогим. К этому опыту следует присмотреться. Необходимо сконцентрироваться на повышении производительности труда за счет оптимизации бизнес-процессов, внедрении автоматизации в большинство производственных процессов.

Список используемых источников

1. Строительный эксперт : сайт / ООО «Строительный Эксперт». Москва, 2017. URL: https://ardexpert.ru/article/27693 (дата обращения: 05.02.2025)

УДК 338.512

Горбунова О.Ю. (AuthorID: 1279248), **Пичугин Д.С.**

КАДРОВЫЙ ГОЛОД В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Росстат сообщает, что две трети строительных компаний ощущают дефицит рабочих профессий. На протяжении 2024 года потребность российской стройки в кадрах составляла примерно 200 тысяч человек. Среди специалистов, в которых нуждается отрасль, лидируют бетонщики, арматурщики, штукатуры, сварщики, каменщики и отделочники. И такая ситуация – практически во всех регионах страны. Раньше можно было привлекать людей из других отраслей и стран рублем, но сейчас такой возможности нет.

Наметилась тенденция, когда девелоперы готовы инвестировать в профессиональную переподготовку и повышение квалификации действующих сотрудников, а также вкладывать ресурсы в целевое обучение будущих специалистов и иностранной рабочей силы.

Но когда работодатель идет на такие траты, ему нужна гарантия возврата средств. Компаниям необходимо сосредоточиться не только на соблюдении прав работника с точки зрения трудового законодательства, но и на том, чтобы вложенные ими в формирование кадрового потенциала инвестиции окупились.

Это должно иметь комплексный характер, включать трудовые контракты, обязывающие специалиста отработать определенное время, чтобы вернуть потраченные средства, и целевой набор, закрепляющий иностранного гражданина за конкретным работодателем, заключившим с ним договор, а также систему профессиональной мотивации, связанную с повышением производительности труда и уровнем грамотности инженерно-технического персонала.

Резкое снижение объемов строительства сегодня невозможно, поскольку продолжают возводиться долгосрочные объекты. Соответственно, надеяться на то, что кадровый голод в стройке быстро уйдет, тоже не приходится. При нынешнем низком уровне безработицы вопрос сохранения трудовых коллективов крайне важен.

На стройках России трудится более 800 000 гастарбайтеров.

Российский работодатель должен как дважды два уяснить государственную установку: необходимо идти к сокращению численности иностранных рабочих, путем формирования отечественного кадрового ядра строительных рабочих, и стараться максимально удержать тех, кто уже у тебя работает. Эта концепция получила название „человекоцентричность“.

Список используемых источников

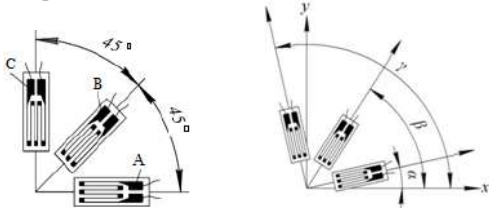
1. Строительный эксперт : сайт / ООО «Строительный Эксперт». Москва, 2017. URL: https://ardexpert.ru/article/27693 (дата обращения: 05.02.2025)

УДК 620.172.21

Варламов А.А. (AuthorID: 716813)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БЕТОННОГО ЭЛЕМЕНТА С ПОМОЩЬЮ РЕШЕТКИ ТЕНЗОДАТЧИКОВ

При экспериментальном анализе напряженного состояния применяют трехрешеточные розетки. Прямоугольную розетку датчиков используют, когда примерно известны направления главных напряжений [1-3].



Знание результатов измерения и свойств материала (модуль упругости и отношение Пуассона) позволяет определить абсолютное значение и направление воздействия механической нагрузки. После измерения деформаций для такой розетки получаем систему уравнений: $\varepsilon_\alpha = \varepsilon_x,\ \varepsilon_\beta = (\varepsilon_y + \varepsilon_x + \gamma_{xy})/2,\ \varepsilon_\gamma = \varepsilon_y$.

При неизвестных характкристиках материала, что характерно для таких неоднородных материалов как бетон, невозможно использовать деформации материала, в этом случае переходят на определение напряжений [4].

Зная экспериментальное значение напряжений по изучаемым направлениям $\sigma_x,\ \sigma_y,\ \sigma_{45}$ и нормальные напряжения на площадке под углом 45^o - $\sigma_{45} = \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) + \tau_{xy}$, находим τ_{xy} и затем главные напряжения на площадках, перпендикулярных плоскости напряжений: $\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x+\sigma_y}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}$

Углы, составляемые нормалями к главным площадкам с осью x: $tg\alpha_1 = \frac{\sigma_1-\sigma_x}{\tau_{xy}}$ и $tg\alpha_2 = \frac{\sigma_2-\sigma_x}{\tau_{xy}}$, и касательные напряжения $\tau_{max,min} = \pm\frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}$

Список используемых источников

1. Селяев, В.П. Анализ физических характеристик диаграмм деформирования цементных композитов при сжатии / В.П.Селяев, П.В. Селяев, М.Ф.Алимов, Е. Кечуткина // Academia. Архитектура и строительство. 2016. №1. С. 129-133. - EDN: VNRSFZ

2. Варламов, А.А. О проектировании диаграммы поведения бетона / А.А. Варламов // Бетон и железобетон. 2016. № 1. С. 6-8.

3. СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».

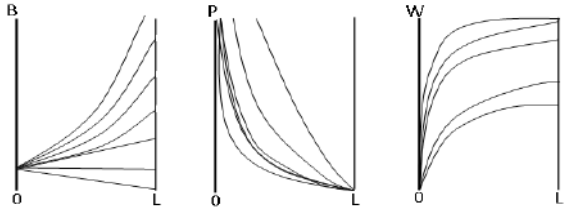
4. Варламов, А.А. К оценке долговечности зданий и конструкций / А.А. Варламов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т.2. № 71. С. 186–188. - EDN: RNDMOP

УДК 624.012:620.172.225

Варламов А.А. (AuthorID: 716813)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ СРОКОВ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА

Теория деградации позволяет получить распределение энергии во времени при разрушении материального объекта [1]. Во время проведения процесса – например, испытания строительного или любого другого объекта, продолжительность испытания устанавливается в программе и имеет точную временную характеристику [2]. Как показал анализ распределения энергии в теории деградации - распределение энергии зависит от формы исходной энергии, её интенсивности и, возможно, от характера разрушения материального объекта. На рисунке показаны (слева направо) некоторые возможные формы начального распределения энергии, потенциала энергии, и мощности распределения энергии в ограниченном интервале времени от начала выполнения процесса 0 до его окончания L [3].



Как показывают графики: начальная форма распределения энергии в материальном объекте оказывает определяющее влияние на его поведении во времени. Если происходит общее разрушение объекта, не по выделенной энергии, то чем больше кривизна начального распределения, тем прямее линия потенциала, тем прочнее элемент, тем выше его модуль упругости, тем больше расход энергии на его разрушение, и тем больше его хрупкость.

Список используемых источников

1. Варламов, А.А. Развитие теории деградации / А.А Варламов. // Железобетонные и каменные конструкции: настоящее и будущее. Сборник тезисов докладов Международной научной конференции, посвященной 50-летию кафедры "Железобетонные и каменные конструкции" и 105-летию Казанской школы железобетона. Казань, 2024. С. 56. - EDN: EWKZYN

2. Гаврилов, К.В. Особенности построения диаграмм бетона с точки зрения теории деградации / К.В.Гаврилов, А.А. Варламов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 81-й международной научно-технической конференции. 2023. С. 38. - EDN: OVOFBA

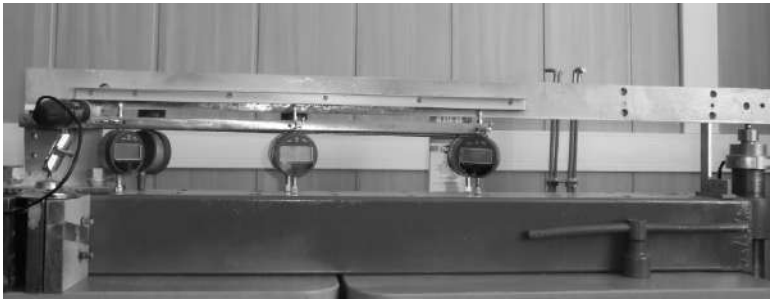
3. Варламов, А.А. Модели поведения бетона / А.А.Варламов, В.И. Римшин // Общая теория деградации: монография. М.:ИНФРА-М, 2019. 436 с. [Электронный ресурс] URL: www.dx.doi.jrg/1010.12737 / monography – 5c8a716t3c4460.52838016 (дата обращения: 18.06.2020). - EDN: JMPWEC

УДК 624.074

Варламов А.А. (AuthorID: 716813)

МЕТОДИКА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Методика испытания клеевых соединений основана на изучении роста трещины в соединении [1], на основе проведения многочисленных испытаний таких соединений [2] и изучении существующих методических и нормативных подходах [3,4]. Методика основана на ступенчатом приложении деформаций к клеевому соединению с одновременным измерением усилий в нем. Для осуществления методики создано устройство, показанное на рисунке.



Устройство состоит из жесткого основания в виде толстостенной коробки, к которому жестко присоединена пластина размером 100х15 мм (слева на фотографии). К пластине приклеивается стальной рычаг шириной 15 мм. Рычаг можно приклеивать с нахлёстом от 1до 100 мм. В конце рычага установлен винтовой домкрат с электронным динамометром максимальным усилием 20 кН и ценой деления 0,1Н. Конструкция устройства позволяет изменять длину рычага от 10 до 1000 мм. Измерение ширины раскрытия трещин производится электронными индикаторами с ценой деления 0,001 мм. Индикаторы устанавливаются попарно, для исключения смещения рычага, на независимых брусках на расстоянии от 10 до 500 мм от начала роста трещины. Развитие трещины контролируется электронным микроскопом.

Список используемых источников

1. ГОСТ 29167-91. Группа Ж19. Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении [Текст]. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

2. Копейкин, Н.В. Методика и результаты испытаний клеевых соединений / Н.В.Копейкин, А.А.Варламов // Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития. /Сборник статей XXIV Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2022. С. 38-44. - EDN: IMDBQY

3. Варламов, А.А. Модели поведения бетона / А.А.Варламов, В.И. Римшин // Общая теория деградации: монография. М.:ИНФРА-М, 2019. 436 с. - EDN: JMPWEC

УДК 658.562

Чернышева А.С. (AuthorID: 1132120), **Наркевич М.Ю.** (AuthorID: 684555), **Трубкин В.В.** (AuthorID: 1229503), **Шайхулина Н.В.** (AuthorID: 1234055), **Азаров А.П., Попов Д.В.**

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аварии на опасных производственных объектах (ОПО), произошедшие по причине обрушения строительных конструкций зданий и сооружений, являются «лидерами» по величине ущерба. Следовательно, снижение риска перехода элементов зданий и сооружений в предельное состояние является одним из ключевых критериев обеспечения промышленной безопасности на ОПО [1]. Изучение частотности повреждений различных видов позволяют предприятиям разработать оптимальную стратегию плановых осмотров и ремонтов зданий по их фактическому техническому состоянию [2, 3]. В 2024 году, специалистами НИИ «Промбезопасность» ФБГОУ ВО «МГТУ им. Носова», проведена экспертиза промышленной безопасности здания (ЭПБ) склада №2, эксплуатируемом ОПО «Участок Управления подготовки производства (УПП)» металлургического предприятия полного цикла. В результате ЭПБ выявлены 169 дефектов и повреждений, из которых 70% приходится на наружные конструкции здания. Большинство дефектов и повреждений отмечено на подкрановых балках – 27%, связях – 21%, колоннах и стропильных фермах – по 16%. 30% от общего количества дефектов и повреждений приходится на наружные конструкции здания. Отмечено, что среди наружных конструкций наибольшее количество дефектов и повреждений зафиксировано на внешних стенах – 54%, на кровле – 18% и пилястрах – 16%.

Таким образом, общее распределение дефектов показало, что из всех выявленных несоответствий большинство сосредоточено в подкрановых балках и внешних стенах, что указывает на необходимость приоритетного внимания к данным элементам при планировании последующего контроля.

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.

2. Results of experimental tests of building samples / M. Yu. Narkevich, O. S. Logunova, P. I. Kalandarov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 2nd International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2021 (ICECAE 2021), Tashkent, 14–16 октября 2021 года. Vol. 939. – Tashkent: IOP Science, 2021. – P. 012031. – DOI 10.1088/1755-1315/939/1/012031. – EDN TXHNUN.

3. Байбурин Д.А., Тупицына Д.С. Частотность дефектов и повреждений промышленных зданий // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2022. Т. 22, № 1. С. 23–32.

Работа выполнена под научным руководством д-ра техн. наук Логуновой О.С.

УДК 69.059.25

Чернышева А.С. (AuthorID: 1132120), **Ямалетдинова К.В.**

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

Комплексное обследование жилых зданий помогает систематизировать жилищный фонд по физическому износу и функциональному устареванию, актуализируя ранее полученные данные [2]. Регулярный контроль позволяет предотвратить возможные аварии, улучшить эффективность эксплуатации и продлить срок службы объектов [3]. Это становится основным ориентиром для определения очередности капитального ремонта. Целью исследования является совершенствование организации технического обследования жилищного фонда для выполнения работ по капитальному ремонту. Поставленная цель определила необходимость решения ряда задач, включая: исследование организационной схемы технического обследования зданий с выявлением факторов, снижающих его эффективность, и поиск путей их устранения [1]; группировку элементов здания в зависимости от их влияния на жизненный цикл при достижении предельно допустимого физического износа для определения приоритетности проведения капитального ремонта. В рамках проведения обследования технического состояния жилищного фонда г. Магадан, конструкции исследуемых объектов разделены на три группы: оказывающие непосредственное влияние на смену этапов жизненного цикла здания (фундаменты, несущие стены, перекрытия, лестницы и др.); не оказывающие непосредственного влияния на смену этапов жизненного цикла здания (система отопления, водоснабжения, канализации, вентиляции); не оказывающие влияния на смену этапов жизненного цикла здания (наружные и внутренние отделочные покрытия, лифты; заполнение проемов). Установлено, что при достижении предельно допустимого значения физического износа элементов первой группы, общий физический износ здания составит 29-37%. Практическая реализация теоретических разработок исследования на объектах жилищного фонда в г. Магадан показала повышение качества и эффективности технического обследования жилищного фонда и, как следствие, подтвердила целесообразность их дальнейшего использования.

Список используемых источников

1. Семенов, А. С. Организация технического обследования зданий жилищного фонда для выполнения работ по капитальному ремонту, модернизации и реконструкции: специальность 05.02.22 "Организация производства (по отраслям)": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Семенов Александр Сергеевич. – Иваново, 2011. – 21 с. – EDN QHSLGV.

2. Астафьев, А. С. Совершенствование методики определения очередности проведения капитального ремонта многоквартирных домов в зависимости от различных стадий жизненного цикла и иных параметров функционирования дома / А. С. Астафьев // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2024. – № 2(56). – С. 9-16. – DOI 10.18324/2224-1833-2024-2-9-16. – EDN UCTQNE.

3. Цифровой мониторинг зданий и сооружений с применением bim-технологий / А. С. Чернышева, М. Ю. Наркевич, Д. А. Луганская [и др.] // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2023. – Т. 11, № 2. – С. 42-43.

УДК 658.562

Наркевич М.Ю. (AuthorID: 684555), **Головачев А.В.,**
Логунова Т.В. (AuthorID: 1112315), **Логунова П.С., Логунов М.В., Наркевич А.В.**

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Обеспечение безопасной эксплуатации строительных металлоконструкций на опасных производственных объектах является актуальной научной задачей. Одним из возможных подходов к решению этой задачи является разработка технологий неразрушающего контроля и технической диагностики, основанных на применении различных неразрушающих методов контроля, таких как визуальный и измерительный, ультразвуковой, рентгенографический, магнитный, проникающими веществами (капиллярный) и др. [1, 2]. Одним из наиболее применяемых методов контроля внутренних дефектов является ультразвуковой, основанный на физических принципах распространения и отражения упругих колебаний в объекте контроля.

В настоящее время допускается применение следующих технологий настройки чувствительности ультразвукового контроля на поисковом, контрольном и браковочном уровнях: на основе методики ВРЧ (временной регулировки чувствительности), АРД (амплитуда-расстояние-диаметр) и с применением технологий фазированных решеток. Каждой из перечисленных технологий настройки чувствительности присущи определенные недостатки, что определяет необходимость разработки практических рекомендаций [3, 4] для повышения достоверности определения качественных и количественных характеристик дефектов ультразвуковым методом неразрушающего контроля строительных металлоконструкций зданий и сооружений на опасных производственных объектах.

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.

2. Наркевич, М. Ю. Визуальный контроль как основа для разработки автоматизированных систем дистанционного контроля и оценки качества зданий и сооружений на опасных производственных объектах / М. Ю. Наркевич, В. Д. Корниенко, М. А. Полякова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 5. – С. 570-576. – DOI 10.24412/2071-6168-2021-5-570-576. – EDN EEVJZS.

3. 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.

4. Results of experimental tests of building samples / M. Yu. Narkevich, O. S. Logunova, P. I. Kalandarov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 2nd International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2021 (ICECAE 2021), Tashkent, Vol. 939. – Tashkent: IOP Science, 2021. – P. 012031. – DOI 10.1088/1755-1315/939/1/012031. – EDN TXHNUN.

УДК 624.072.2

Гром А.Н. (AuthorID: 1212950)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ С УЧЁТОМ ИМЕЮЩИХСЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ

Одним из направлений научных исследований по обеспечению безопасности зданий и сооружений является анализ накопления дефектов и повреждений, причин их возникновения, классификация и мониторинг их развития в процессе эксплуатации. Наиболее распространёнными конструкциями покрытия производственных зданий в настоящее время являются металлические стропильные фермы [1]. Наиболее часто встречающимися дефектами стропильных ферм являются местные и общие погибы элементов [2]. Исследовано изменение величин продольных усилий в элементах стропильной фермы при ее работе по бездефектной схеме, а также при введении общих погибов различной величины в наиболее нагруженные сжатые элементы. В исследовании рассмотрена работа металлической трёхпанельной фермы пролётом 18,0 м с треугольной системой решётки и шпренгелями, уменьшающими расчётную длину опорных раскосов. При шарнирном опирании фермы с увеличением размера общего погиба в элементе верхнего пояса наибольшее приращение величины напряжений наблюдается в крайнем элементе верхнего пояса (от 4,9 до 14,0%), расположенном в той же части фермы относительно её оси симметрии, что и элемент с погибом. При этом в стойке, расположенной в противоположной части фермы относительно оси симметрии, наблюдается уменьшение величины напряжений от 0,5 до 4,1%. Аналогичная ситуация наблюдается в крайнем элементе верхнего пояса при введении общего погиба в элементе опорного раскоса (приращение величины напряжений составляет от 4,8 до 36,2%). При жёстком опирании фермы увеличение размера общего погиба в элементе верхнего пояса приводит к приращению величины напряжений в противоположном крайнем элементе верхнего пояса (от 3,2 до 39,6%); при этом происходит снижение величины напряжений в крайнем элементе верхнего пояса (от 4,1 до 71,0%). При введении общего погиба в элементе опорного раскоса наблюдается приращение величины напряжений в соседнем крайнем элементе верхнего пояса (от 0,7 до 25,9%).

Список используемых источников

1. Наркевич, М. Ю. Стандартизация и сертификация продукции конструкций / М. Ю. Наркевич. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2012. – 83 с. – ISBN 978-5-9967-0309-8.

2. Морозов С.В. Оценка технического состояния стержневых элементов металлоконструкций с несовершенствами формы / С.В. Морозов, Л.А. Алифанов, С.П. Ереско // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. – 2008. – №1 (18). – С. 158-162.

Работа выполнялась под руководством д-ра техн. наук, доцента Наркевича М.Ю.

УДК 624.072.2

Сагадатов А.И. (AuthorID: 692548), **Наркевич А.В.**

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СПЛОШНОСТЕНЧАТЫХ ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК ПРОКАТНЫХ ЦЕХОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Сплошностенчатые подкрановые балки наиболее широко применяются для небольших пролётов при значительных нагрузках. Наибольшее распространение получили сварные балки, поскольку они более экономичны по расходу металла и менее трудоёмки при изготовлении. Усталость металла, производственные дефекты, интенсивные нагрузки и неправильное техническое обслуживание приводят к возникновению в элементах подкрановых балок дефектов в виде трещин. Дефекты приводят к локальной концентрации напряжений, а при увеличении их размеров под воздействием эксплуатационных нагрузок повышают риск внезапных аварийных отказов. Концентрация трещиноподобных дефектов в подкрановых балках наблюдается в основном на границе сплавления стенки и верхнего пояса, а также в местах сплавления стенки и ребер жесткости в верхней зоне подкрановой балки. Эти трещины носят, как правило, усталостный характер [1-3].

С использованием лицензионного программного обеспечения LIRA-SAPR методом конечных элементов выполнено моделирование действительной работы сплошностенчатой подкрановой балки, эксплуатируемой в условиях прокатного цеха металлургического предприятия. Проведен расчет и анализ напряженно-деформированного состояния подкрановой балки пролетом 12 м под действием постоянных и временных нагрузок.

Анализ результатов моделирования позволил выявить несколько зон концентрации напряжений в элементах подкрановой балки, расположенных в основном в местах соединения ребер жесткости со стенкой балки и наиболее подверженных возникновению и распространению трещин. При несвоевременном устранении указанные трещины могут привести к разрушению конструкции. Проведенный анализ позволил разработать рациональное решение по усилению для эксплуатируемых сплошностенчатых подкрановых балок с трещинами и предложить рекомендации по проектированию подкрановых балок для предотвращения возникновения усталостных трещин в наиболее нагруженных их элементах.

Список используемых источников

1. Кубасевич А. Е. Работа подкрановых балок с усталостными трещинами в зоне сжатого пояса // Вестник гражданских инженеров. - 2021. - №3 (86). - С. 64 - 70. DOI: https://doi.org/10.23968/1999-5571-2021-18-3-64-70.

2. Патрикеев А. Б. О механизме разрушения верхних участков стальных подкрановых балок // Промышленное строительство. - 1971. - №5. - С. 38 - 43.

3. Results of experimental tests of building samples / M. Yu. Narkevich, O. S. Logunova, P. I. Kalandarov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 2nd International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2021 (ICECAE 2021), Tashkent. Vol. 939. – Tashkent: IOP Science, 2021. – P. 012031. – DOI 10.1088/1755-1315/939/1/012031. – EDN TXHNUN.

УДК 692.53

Трубкина И.В. (AutorID: 1245061), **Воронин К.М.** (AutorID: 291155),
Трубкин И.С. (AutorID: 493949)

ПРЕДПОСЫЛКИ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕМОНТА ПОЛОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

В нашей стране пик строительства производственных зданий промышленных предприятий, восстановление и модернизация уже имеющихся пришелся на 50-70 послевоенные годы XX века. Одним из наиболее ответственных элементов производственных зданий являются промышленные полы, к которым предъявляется ряд требований: высокая несущая способность, механическая прочность, пожарная безопасность, простота монтажа и ремонта и прочее, согласно специфике производственного процесса. Ошибки при проектировании, многолетний срок эксплуатации, применение устаревших строительных материалов, технологий и оборудования для устройства промышленных полов правели к значительному количеству дефектов и повреждений, таких как: трещины, раковины, вздутия и отслоения, скалывания, выбоины, шелушение поверхности, коробления, сколы, волнистости, неправильный уклон и участки с полным разрушением конструкции. Имеющиеся дефекты и повреждения оказывают непосредственное влияние на безопасность людей, функциональность и эффективность технологического процесса [1].

Современные строительные материалы и технологии производства работ позволяют значительно повысить качество ремонта полов производственных зданий. На кафедре промышленного и гражданского строительства ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» подобран состав бетона на основе золощелочного вяжущего с применением отходов металлургического производства ПАО «ММК» – золы ТЭЦ гидроудаления [2]. Полученный бетон можно использовать не только для устройства полов промышленных зданий, но и в качестве основного материала для дорожной одежды, отмостки зданий и сооружений. Достоинствами полученного бетона является хорошее сцепление с арматурой, высокая прочность и меньшая стоимость, но при этом малая подвижность.

Таким образом, требуется разработка технологии, позволяющей эффективно использовать достоинства полученного бетона и обеспечивающей качество, долговечность и экономическую эффективность ремонта промышленных полов.

Список используемых источников

1. Наркевич, М. Ю. Стандартизация и сертификация продукции конструкций / М. Ю. Наркевич. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2012. – 83 с. – ISBN 978-5-9967-0309-8. – EDN RREELL.

2. Дорожные бетоны на основе золощелочного вяжущего / К. М. Воронин, И. С. Трубкин, И. В. Трубкина, А. В. Пурис // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 5(143). – DOI 10.60797/IRJ.2024.143.82. – EDN BJHYNO.

Работа выполнялась под руководством д-ра техн. наук, доцента Наркевича М.Ю.

УДК 727.4

Роменская А.М.

ПРОБЛЕМАТИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЯ РЕЖИМНОГО ОБЪЕКТА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ: «СПАЛЬНЫЙ КОРПУС ПРЕЗИДЕНТСКОГО КАДЕТСКОГО УЧИЛИЩА»

Президентские кадетские училища – режимные объекты специального назначения, военно-учебные заведения среднего образования пансионного типа. Их предназначение заключается в поддержке талантливых детей, формировании патриотизма у молодых людей и их подготовке для дальнейшей военной и государственной службы. Основными объектами кадетских училищ являются спальные и учебные корпуса, оздоровительные комплексы (включая бассейны и т.д.). При проектировании кадетских училищ проблема заключается в том, что строительные правила зачастую не учитывают специфики применения современных материалов и технологий строительного производства, особенностей психики и поведения подростков при возникновении чрезвычайных ситуаций. Это обстоятельство зачастую приводит к увеличению риска возникновения пожаров, аварийных ситуаций, повреждения зданий и гибели людей. Проектирование режимных объектов специального назначения требует разработки новых, отсутствующих в действующих нормативных документах требований к проектированию систем противопожарной защиты спальных корпусов для проживания кадетов круглогодичного функционирования.

Таким образом, разработка новых и обновление действующих строительных правил проектирования подобных гражданских зданий в целях обеспечения максимальной безопасности для их пользователей является неотъемлемой частью государственной политики и нормативно-правового регулирования в сфере строительства и архитектуры.

Список используемых источников

1. Аналитический обзор опыта разработки специальных технических условий при проектировании зданий общественного назначения / А. В. Голкин, С. В. Усолкин, С. Г. Панфилов, Д. В. Ушаков // Актуальные вопросы пожарной безопасности. – 2023. – № 3(17). – С. 37-43. – DOI 10.37657/vniipo.avpb.2023.56.97.005. – EDN NNVAUZ.

2. Наркевич, М. Ю. Конструкции городских сооружений и зданий / М. Ю. Наркевич, С. А. Нищета. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный университет, 2012. – 172 с. – ISBN 978-5-9967-0310-4. – EDN RRFXQB.

3. Results of experimental tests of building samples / M. Yu. Narkevich, O. S. Logunova, P. I. Kalandarov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 2nd International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2021 (ICECAE 2021), Tashkent. Vol. 939. – Tashkent: IOP Science, 2021. – P. 012031. – DOI 10.1088/1755-1315/939/1/012031. – EDN TXHNUN.

Работа выполнялась под руководством д-ра техн. наук, доцента Наркевича М.Ю.

УДК 658.562

Дерябин Д.И. (AuthorID: 1120152), **Чернышева А.С.** (AuthorID: 1132120), **Забитов Р.М.** (AuthorID: 1189142), **Корниенко В.Д.** (AuthorID: 718575), **Филиппов Н.С.**

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЯ СКЛАДА ВАЛКОВ СОРТОВОГО ЦЕХА НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Обследование технического состояния является неотъемлемым этапом в жизненном цикле любого здания или сооружения, особенно эксплуатируемого на опасном производственном объекте (ОПО). Здание склада валков эксплуатируется на площадке ОПО сортового цеха металлургического предприятия Южного Урала с середины 30-х годов XX века и представляет собой одноэтажное многопролётное здание прямоугольной формы в плане с размерами 60,0×269,0 м. В здании установлены пять опорных мостовых крана, два из которых имеют тяжёлый режим работы. Обследование технического состояния здания склада валков проведено в рамках экспертизы промышленной безопасности в соответствии с требованиями [1, 2]. По результатам сплошного визуального осмотра, инструментального контроля и поверочных расчётов установлена фактическая поврежденность частей здания и составлена ведомость дефектов и повреждений элементов и узлов сопряжения строительных конструкций, установлено соответствие фактического состояния здания требованиям промышленной безопасности [3-5] и рассмотренной проектной документации; определены категории фактического технического состояния строительных конструкций здания, определен срок и условия дальнейшей безопасной эксплуатации.

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. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ от 20 октября 2020 г. № 420 «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности». – Текст : электронный // Электронный фонд нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/573053315 (дата обращения: 07.02.2025).

3. Results of experimental tests of building samples / M. Yu. Narkevich, O. S. Logunova, P. I. Kalandarov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 2nd International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2021 (ICECAE 2021), Tashkent, Vol. 939. – Tashkent: IOP Science, 2021. – P. 012031.

4. 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.

5. 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 выполнялась под руководством д-ра техн. наук, доцента Наркевича М.Ю.

УДК 658.562

Забитов Р.М. (AuthorID: 1189142), **Дерябин Д.И.** (AuthorID: 1120152), **Чернышева А.С.** (AuthorID: 1132120), **Корниенко В.Д.** (AuthorID: 718575), **Мензелинцев А.М.**

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЯ УЧАСТКА ОБРАБОТКИ ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ СОРТОВОГО ЦЕХА НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Оценка технического состояния (ОТС) зданий и сооружений на опасных производственных объектах (ОПО) является основополагающим элементом в обеспечении их безопасной эксплуатации. Своевременное и качественное ОТС позволяет оперативно устранить выявленные дефекты и повреждения, что в дальнейшем существенно снижает риск инцидентов и аварий на ОПО. В соответствии с техническим заданием в рамках экспертизы промышленной безопасности выполнено обследование технического состояния здания участка обработки литой заготовки (УОЛЗ) сортового цеха. По результатам предварительного визуального обследования обнаружены несоответствия строительных конструкций здания проектной документации и требованиям федеральных норм и правил [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. Определены объекты детального инструментального обследования (геодезический и неразрушающий контроль) [2-4]. По результатам визуального и инструментального обследования определена необходимость уточнения категории технического состояния отдельных строительных конструкций. С учетом особенностей эксплуатации здания УОЛЗ сформулированы выводы о его фактическом техническом состоянии и приведены срок и условия дальнейшей эксплуатации.

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. Results of experimental tests of building samples / M. Yu. Narkevich, O. S. Logunova, P. I. Kalandarov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 2nd International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2021 (ICECAE 2021), Tashkent, Vol. 939. – Tashkent: IOP Science, 2021. – P. 012031.

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. 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 выполнялась под руководством д-ра техн. наук, доцента Наркевича М.Ю.

УДК 624.014.2

Шаповалов Э.Л. (AuthorID: 477699)

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СКВОЗНАЯ ПОЛИГОНАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ДЛЯ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Большепролетные конструкции в настоящее время находят большое применение в строительстве. Перекрытие больших пространств дает возможность создавать благоприятные условия для многофункциональной деятельности в гражданской и промышленной сферах.

Разработанная конструкция типа «Клык» представляет собой криволинейную, полигональную, структурную систему из замкнутых профилей прямоугольного сечения или труб в виде модульных частей с соединением на болтах (рис. 1).

Работа такой пространственной конструкции имеет свои преимущества: повышенную устойчивость к силовым воздействиям, возможность перекрытия больших пролетов без дополнительной связующей поддержки; максимальную стандартизацию узлов и основных элементов при изготовлении.

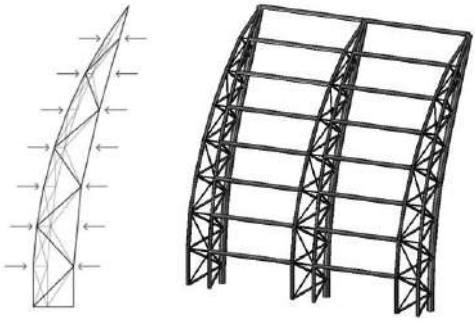


Рис. 1. Полигональная сквозная конструкция типа «Клык»

Расположение конструкций в продольном направлении создает конструкцию в виде свода. Расположение по кругу, позволяет создать купольное сооружение для покрытия большой площади. Возможно применение такой конструкции в виде ветроотбойников. Установка их с определенным шагом, соединенных между собой прогонами и покрытием обеспечивает защиту от порывов ветра. Изогнутая конструкция имеет улучшенную аэродинамику, снижая сопротивление ветра в преимущественном направлении действия. А в виде отдельно стоящих конструкций может использоваться, как высотные мачты освещения и т.п. Покрытие таких конструкций может быть выполнено из профильного стального настила, светопрозрачных панелей или сендвич-панелей с утеплителем, в зависимости от поставленных задач при проектировании.

Рассмотренные расчетным методом конструкции высотой 16 м и 22 м позволили определить преимущества применения малоуглеродистой С255 и низколегированной С345 сталей по отдельным элементам конструкции с точки зрения снижения металлоемкости.

Секция «Теплогазоснабжение и вентиляция»

УДК 662.99

Старушко А.А. (AuthorID: 442548**)**

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В ЧАСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ ГАРАЖА СПЕЦТЕХНИКИ

Проблема обеспечения нормативных требований к воздуху рабочей зоны и снижения капитальных и эксплуатационных затрат при реализации систем вентиляции в гаражах спецтехники имеет большое значение в связи с большими размерами данных объектов и размещаемой техники и, соответственно, весьма значительными выделениями газовых вредностей и влаги в воздухе рабочей зоны.

В настоящее время типовыми решениями для данных объектов является создание систем интенсивной общеобменной приточно-вытяжной вентиляции со значительным количеством подаваемого и удаляемого воздуха с достаточно низким процентом использования систем местной вентиляции и систем утилизации тепловой энергии. Такой подход ведет к довольно высоким затратам энергетических и материальных ресурсов, что противоречит современным тенденциям. Таким образом, возникает весьма актуальная задача обеспечить снижение капитальных и эксплуатационных затрат.

Наиболее целесообразным решением данной проблемы является разработка систем с уменьшением количества общеобменного приточного и вытяжного воздуха и максимально возможного применения систем местной вентиляции с целью локального удаления вредностей и влаговыделений, а также использование систем утилизации тепловой энергии в тех случаях, где это возможно. При этом, предлагаемые мероприятия не должны ухудшить качество внутреннего и наружного воздуха, не допустить нарушения санитарно-гигенических и противопожарных нормативных требований и не мешать основным технологическим процессам.

Для решения поставленной задачи планируется вариантный поиск оптимальных решений для организации вентиляции конкретного гаража спецтехники в г. Выкса. Основную траекторию поиска планируется направить на уточнение расчетов количества выделяющихся вредностей от технологического оборудования, с учетом режима его работы, а также на поиск, либо разработку современных местных отсосов в условиях импортозамещения. Ожидаемый эффект – сокращение потребления энергоресурсов до 30% относительно величин традиционных вариантов.

Список используемых источников

1. СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99* (с Изменением N 1) / Минстрой РФ. - М.: Стандартин-форм, 2017. - 24 с.

2. Вентиляция гаража [Электронный ресурс]. - http://imikro .ru/ventilyaciya_garazha

3. Королева Т.И., Аржаева Н.В., Степанов С.А. «Организация противодымной вентиляции на подземных автостоянках»// Региональная архитектура и строительство, №4 (30) – Пенза, ПГУАС, 2017.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. техн. наук Старковой Л.Г.

УДК 697.39

Морева Ю.А. (AuthorID: 489374), **Бернацкий С.Д.**

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА ДЫМОВЫХ И ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В современном металлургическом производстве образуются значительные теплоизбытки, которые в настоящее время являются серьезной проблемой. В процессе переработки металлических руд, получения различных расплавов, охлаждения продуктов происходит выделение огромного количества тепла, которое не только не используется эффективно, а просто сбрасывается в окружающую среду. При этом наносится ущерб окружающей среде, в том числе вызывая глобальное потепление.

В нагревательных печах из рабочего пространства с дымовыми газами уносится около 60% теплоты. Этот факт подтверждает актуальность вопроса, связанного с утилизацией теплоты отходящих дымовых газов. Утилизация может быть выполнена 2 методами: с возвратом части теплоты, отобранной у дымовых газов, обратно в печь и без возврата этой теплоты в печь. Совместное использование методов является более прогрессивным и более совершенным решением. Установка конденсационного котла после рекуператора достаточно эффективна и имеет высокий коэффициент полезного действия. В таких котлах утилизируется помимо явной теплоты ещё и скрытая, образованная в результате конденсации H_2O, их КПД может варьироваться от 92% до 96%. Таким образом, становится возможной более глубокая утилизация тепловой энергии отходящих газов.

В Листопрокатном Цехе № 4 ПАО «ММК» перед рекуператором нагревательных печей в тракте дымоудаления температура газов составляет 830 ^{o}C. После прохождения через рекуператор газы охлаждаются до 395 ^{o}C. Расход отходящих газов составляет 150700 Нм^3/ч. Интерес в данном случае представляет применение комбинированного метода утилизации теплоизбытков и разработка системы, позволяющей использовать теплоту дымовых газов для отопления производственного помещения. Нагрев теплоносителя для системы отопления будет осуществляться в дополнительном теплоутилизаторе, который планируется установить на тракте удаления дымовых газов от нагревательных печей после основного рекуператора, используемого в настоящее время, для нагрева воздуха горения, подаваемого в печь. При этом получим систему теплообмена, при которой теплота дымовых газов будет передаваться на рабочую среду - воду. Предложенное решение позволит снизит уровень теплового загрязнения окружающей среды, а также позволит получить дополнительные объемы теплоты, дефицит которых, испытывается в условиях расширения производства и строительстве новых цехов.

Список используемых источников

1. Касаткин И. В., Верещак М. Р. Рекуперация отходящего тепла в промышленности: преимущества, технологии и предложения // Вестник магистратуры. 2021. №4-1 (115).

2. Суровцов, М. М. Оценка экономической эффективности мероприятий по энергосбережению в сфере жилищно-коммунального хозяйства / М. М. Суровцов, Ю. А. Морева, Ю. Н. Новоселова // Наука Красноярья. – 2023. – Т. 12, № 1-1. – С. 7-20. – DOI 10.12731/2070-7568-2023-12-1-7-20. – EDN MOKCKG.

УДК 634.746-519

Врадий А.В. (AuthorID: 369721)

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ ОБЛИЦОВКИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ НА ИХ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

На сегодняшний день значительную долю в сфере строительства занимают быстровозводимые каркасные здания и сооружения, в качестве ограждающих конструкций которых используются сэндвич-панели. Сэндвич-панели зарекомендовали себя как строительный материал с высокой звукоизоляцией, энергоэффективностью, воздухоизоляцией, влагоизоляцией и пароизоляцией.[2]

У любого материала есть своя длительность эксплуатации и сэндвич-панели не исключение. Со временем они теряют свои теплофизические свойства. Помимо принятого обязательного визуального обследования ограждающих конструкций зданий [1] существует более эффективный способ выявления дефектов ограждений из сэндвич-панелей – тепловизионное обследование. Оно позволяет определить фактические теплоизоляционные свойства ограждающей конструкции, выявить её локальные участки повреждения целостности.

Электронное моделирование воздушных процессов внутри сэндвич-панелей, вызванных дефектами облицовки, позволяет изучить влияние вышеупомянутых дефектов на теплофизические свойства ограждающей конструкции. Эксперимент даёт возможность оценить увеличение теплопотерь через ограждающую конструкцию и на обогрев инфильтрирующего воздуха, а также спрогнозировать образование конденсата, накопление которого приводит к необратимому разрушению теплоизоляционного слоя.

По результатам исследования было выявлено, наибольшей уязвимостью ограждающих конструкций из сэндвич-панелей являются места стыков. При ошибках монтажа и вследствие разрушений в ходе эксплуатации через такие места увеличивается утечка воздуха, что приводит как к увеличению теплопотерь на инфильтрацию, так и к ухудшению теплофизических свойств самой сэндвич-панели из-за её разгерметизации и последующего разрушения теплоизоляционного слоя. В целом коэффициент сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции может снизиться на 10-15% от величины, определенной традиционным расчетом. Данная проблема сокращает срок эффективной эксплуатации сэндвич-панелей до несоответствующего заявленному производителем и требуемого нормативами, что нужно учитывать при проектировании и предотвращать регулярными обследованиями и обслуживанием. Наиболее универсальным способом решением данной проблемой будет нанесение герметизирующих веществ

Список используемых источников

1. СП 255.1325800.2016 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения.».

2. Афанасьева Е. В., Шибаева Г.Н. Исследование дефектов во время эксплуатации зданий с ограждающими конструкциями из сэндвич-панелей/ Афанасьева Е. В., Шибаева Г.Н.// COLLOQUIUM-JOURNAL Вып. 14-1 (38). 2019. с. 94-97

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. техн. наук Старковой Л.Г. (AuthorID: 660291)

УДК 667.421.3

Домнин В.Ю. (AuthorID: 902168)

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА УСТАНОВКИ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

С целью обучения студентов технических специальностей по направлению «Строительство», профили «Теплогазоснабжения и вентиляции», «Современные системы теплоснабжения и обеспечения микроклимата зданий» был разработан лабораторный стенд силами научной группы сотрудников кафедры «Урбанистки и инженерных систем». Данный стенд выполнен на базе центрального кондиционера UTR фирмы ООО «КОРФ». Установка состоит из следующих элементов: электрической заслонки, фильтра грубой очистки, пластинчатого рекуператора, электрического нагревателя, камеры орошения, воздухоохладитель фреоновый, вентилятора, шумоглушителя, клапан воздушный регулирующий, решетки прямоугольные, диффузоры вихревые, распределительные воздуховоды.

Испытательный стенд позволит производить следующие лабораторные работы:

- Изучение схемы лабораторной установки с определением характеристик основного и вспомогательного оборудования
- Регулирование давления и расхода воздуха путем управления вентилятором, заслонки
- Регулирование температуры путем управления нагревателем
- Исследование потерь напора на местные сопротивления. Определение коэффициента сопротивления задвижки и коэффициента расхода
- Изучение устройства воздушного калорифера и определение необходимой мощности для достижения требуемых параметров воздуха
- Определение холодопроизводительности, построение цикла работы в заданном режиме
- Ознакомление с конструкцией, назначением и настройкой приборов автоматики
- Определение и регулирование относительной влажности приточного воздуха
- Определение количества утилизированного тепла рекуператором

Разработанный стенд поможет студентам наглядно усвоить теоретические полученные знания о принципах работы приточно-вытяжного оборудования для создания допустимых и оптимальных параметров микроклимата воздуха [1] в помещениях, а также действии теплоутилизационного оборудования [2].

Список используемых источников

1. СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

2. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. - М.: Стройиздат, 1983. - 311 с.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. техн. наук Старковой Л.Г. (AuthorID: 660291)

УДК 697.1

Базанова Е.В. (AuthorID: 53209859), **Каримов А.Ф.**

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ В ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

В детских дошкольных учреждениях важно поддерживать комфортные параметры микроклиматадля обеспечения здоровья и безопасности детей. Поэтому к таким учреждениям предъявляются высокие требования и нормы.Для создания комфортной температуры и влажности воздуха применяются системы отопления, вентиляции иондиционирования воздуха.

Главные требования к отопительным системам это надёжность, бесперебойность и лёгкость регулировки температуры. Отопление детского сада в основном центральное водяное низкого давления. Оно позволяет регулировать и поддерживать температуру воздуха в помещении на одном уровне в течение дня. Отопление детских дошкольных учреждений должно не только отвечать требованиям и условиям температурного режима, но и быть энергоэффективным.

Многие муниципальные учреждения находятся в зданиях требующих ремонта систем. Большие тепловые потери приводят к тому, что температура воздуха в детских садах не достигает нормативной, что часто бывает причиной частых заболеваний дошкольников. При реконструкции систем отопления возникает огромное количество проблем, которые решаются только полной заменой схемы системы отопления, разводки труб, приборов отопления или утеплением наружных стен здания.

Наиболее оптимальная для детских садов система отопления – горизонтальная поэтажная тупиковая. Система монтируется из металлопластиковых труб вдоль стен.Они должны быть закрыты гипсокартонными коробами. Трубы прокладываются в теплоизоляции, обеспечивающей температуру поверхности не более 400С.

В качестве отопительных приборов оптимальны биметаллические секционные радиаторы. Они должны быть закрыты гипсокартонными коробами с решётками (для отопительных приборов) из дерева или других термостойких материалов. Длина радиатора должна быть не менее 75% ширины оконного проёма. Радиатор допускается устанавливать на высоте 50мм от уровня пола. Все приборы отопления необходимо оснащать терморегулирующими клапанами с устройством для балансировки системы. Приборы отопления рассчитываются с учётом проветривания. При проветривании допускается кратковременное снижение температуры воздуха в помещении, но не более 2-4 0С.

Список используемых источников

СанПиН 2.4.1.2660-10 “Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы в дошкольных организациях”;

УДК 697.31

Старкова Л.Г. (AuthorID: 660291), **Лутфуллина К.Р.**

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕРЫВИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ

В условиях современного времени, где оптимизация затрат и повышение комфорта сотрудников становятся приоритетными задачами, системы отопления играют ключевую роль. Одним из подходов, который набирает популярность, является прерывистое отопление.

Прерывистое отопление подразумевает использование системы отопления с периодическим включением и выключением. Одним из его главных преимуществ является значительная экономия энергии. Исследования показывают, что при грамотной настройке таких систем можно ожидать сокращения затрат энергии на 20-30% в сравнении с постоянным обогревом, что, в свою очередь, снижает счета за коммунальные услуги и бережет ресурсы.

Важным аспектом является не только экономия, но и влияние на комфорт сотрудников, что подчеркивает необходимость изучения наиболее подходящих температурных режимов и интервалов работы, обеспечивающих благоприятные условия.

При оценке эффективности прерывистого отопления следует учитывать тепловые потери здания. Они могут варьироваться в зависимости от конструкции, изоляции и климатических условий.

Внедрение автоматизированных систем управления позволит адаптировать режимы работы в зависимости от реальных потребностей, что обеспечит более точное регулирование температуры и минимизацию потерь энергии.

Для более точной оценки эффективности прерывистого отопления предлагается провести сравнительный анализ различных систем отопления: постоянного, прерывистого и комбинированного для выбранного конкретного объекта исследования - офисного здания в условиях региона Южного Урала. Это позволит выявить наиболее эффективное решение для схожих объектов в схожих климатических условиях, с учетом индивидуальных особенностей здания и потребностей конкретного пространства.

Оценка эффективности прерывистого отопления офисного здания требует комплексного подхода. Правильная настройка системы, автоматизация процессов и регулярный мониторинг позволят не только снизить затраты, но и создать комфортные условия для работы сотрудников. В условиях растущей конкуренции и необходимости соблюдения экологических норм, прерывистое отопление может стать оптимальным решением для многих офисных зданий.

Список используемых источников

1. Куценко, А. С. Анализ энергоэффективности прерывистого режима отопления здания / А. С. Куценко, С. В. Коваленко, В. И. Товажнянский // Ползуновский вестник. – 2014. – № 1. – С. 75-82. – EDN SQTGUF.

2. Захаревич, А. Э. Экономия тепловой энергии при прерывистом отоплении / А. Э. Захаревич // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2014. – № 1(145). – С. 64-67. – EDN TRPLWP.

УДК 697.24

Новоселова Ю.Н. (AuthorID: 397460), **Бредихин Г.А.**

ПРОМЫШЛЕННОЕ ГАЗОСНАБЖЕНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Промышленное газоснабжение играет ключевую роль в обеспечении стабильной работы предприятий различных отраслей, включая металлургию, химию, энергетику и машиностроение. Надёжность и безопасность газоснабжения являются важными аспектами для поддержания бесперебойного производственного процесса.

В современных условиях промышленное газоснабжение сталкивается с рядом вызовов, связанных с изменением технологических стандартов, необходимостью импортозамещения оборудования, а также ужесточением экологических требований. В частности, в России актуальной становится проблема модернизации устаревших газораспределительных сетей и перехода на отечественное оборудование.

Одним из возможных решений является внедрение цифровых технологий для мониторинга и управления газовыми потоками. Использование автоматизированных систем контроля расхода и качества газа позволит не только повысить эффективность газоснабжения, но и минимизировать риски аварийных ситуаций.

Кроме того, важным направлением является развитие альтернативных источников газа, включая водородную энергетику и биогаз. Эти технологии могут стать перспективным дополнением к традиционным методам газоснабжения и снизить зависимость от ископаемого топлива.

На сегодняшний день наибольшую значимость представляет адаптация промышленных газоснабжающих систем к требованиям российских нормативов, а также внедрение инновационных решений, направленных на повышение энергоэффективности и экологической безопасности. Проведение технического аудита существующего оборудования, модернизация газопроводов и применение новых методов очистки газа позволяют повысить надёжность и экономическую эффективность систем промышленного газоснабжения.

Список используемых источников

1. Иванов, А. В. Современные системы автоматизации в газовой промышленности / А. В. Иванов, С. П. Петров. — М.: Энергоиздат, 2020. — 320 с.

2. Новоселова, Ю. Н. Газоснабжение : Электронный ресурс / Ю. Н. Новоселова, Ю. А. Морева, Г. Н. Трубицына. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020. – ISBN 978-5-9967-2063-7. – EDN NEYARX.

3. Петров, И. С. Интеллектуальные системы мониторинга и управления в газовой отрасли / И. С. Петров. — М.: Инфра-Инженерия, 2021. — 180 с

УДК 697.24

Новоселова Ю.Н. (AuthorID: 397460), **Воронков А.С.**

КОМПЛЕКСНОЕ РАЗВИТИЕ ГАЗИФИКАЦИИ ПОСЕЛКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В условиях устойчивого развития энергетического комплекса Российской Федерации ключевую роль играет модернизация систем газоснабжения сельских территорий. Газификация рассматривается не только как фактор повышения качества жизни населения, но и как стратегический элемент обеспечения энергоэффективности, экологической безопасности и диверсификации энергобаланса. Тем не менее, процесс газификации сопряжен с комплексом инженерно-технических, экономических и нормативно-правовых барьеров, требующих научно обоснованных решений.

Газификация охватывает комплекс мероприятий по созданию и эксплуатации газораспределительных систем, ориентированных на обеспечение надежности, безопасности и эффективности подачи природного газа. В современных реалиях особую актуальность приобретают интеллектуальные системы управления газоснабжением, базирующиеся на цифровых технологиях мониторинга, диагностике и анализе, что позволяет минимизировать технологические потери и повысить эксплуатационную надежность инфраструктуры поселков.

Одним из перспективных направлений является внедрение автоматизированных систем контроля утечек газа на основе IT-решений, что способствует оперативному обнаружению дефектов, снижению аварийных рисков и оптимизации эксплуатационных затрат. Особое внимание уделяется внедрению альтернативных источников газоснабжения, включая производство биогаза и водородных технологий, что позволяет расширить энергетический потенциал регионов и сократить углеродный след.

Комплексное развитие газификации поселковых территорий требует интеграции государственной политики, частных инвестиций и научно-исследовательских разработок в области проектирования и эксплуатации газораспределительных систем. Применение инновационных инженерных решений и адаптивных алгоритмов управления процессами газоснабжения позволит сформировать устойчивую и эффективную энергетическую инфраструктуру в долгосрочном развитии сельских территорий.

Список используемых источников

1. СП 62.13330.2021 Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002.

2. Новоселова, Ю. Н. Основы теории надежности систем теплогазоснабжения / Ю.Н. Новоселова, Е. В. Базанова, В. С. Запьянцева. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – 90 с. – EDN TWAHGE.

3. Новоселова, Ю. Н. Газоснабжение : Электронный ресурс / Ю. Н. Новоселова, Ю. А. Морева, Г. Н. Трубицына. – Магнитогорск : Магнитогорскийгосударственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020. – ISBN 978-5-9967-2063-7. – EDN NEYARX.

УДК 697.934

Карапетова И.В. (AuthorID: 1280215)

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОСУШЕНИЯ ВОЗДУХА В ЛЕДОВЫХ АРЕНАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ледовые арены представляют собой сложные инженерные сооружения, где поддержание оптимальных условий для зрителей и спортсменов является критически важным. Одним из ключевых аспектов является система осушения воздуха, которая обеспечивает комфортный микроклимат, предотвращая образование конденсата и поддерживая необходимые параметры температуры и влажности.

Эффективные системы осушения воздуха в ледовых аренах способствуют созданию комфортных условий, а также продлению срока службы ледового покрытия. Высокая влажность может привести к образованию льда низкого качества, что негативно сказывается на спортивных результатах и безопасности игроков. Кроме того, избыточная влажность может вызвать проблемы с оборудованием и привести к увеличению затрат на обслуживание. Поэтому оптимизация этих систем является актуальной задачей, требующей комплексного подхода.

На начальном этапе необходимо провести анализ существующих систем осушения воздуха в ледовых аренах. Это включает в себя изучение их конструкции, принципов работы и недостатков. Сравнение различных подходов позволит выявить наиболее эффективные решения.

Использование CFD-моделирования позволяет детально изучить поведение воздушных потоков в помещении. Моделирование помогает учитывать такие факторы, как турбулентность, теплообмен и взаимодействие воздуха с ледяной поверхностью и игроками. Это позволяет оптимизировать расположение и тип осушающих устройств, а также предсказать, как изменения в системе могут повлиять на общую эффективность.

На основе полученных данных планируется прогнозировать эффективность различных систем осушения для конкретного объекта исследования: тренировочного ледового поля в г. Магнитогорске. Моделирование позволит оценить равномерность распределения воздуха, технологичность параметров в различных зонах поля и при различных режимах работы, а также другие параметры, влияющие на комфорт и безопасность.

Список используемых источников

1. Вишневский, Е.П. Особенности и технические средства микроклиматической поддержки крытых ледовых стадионов / Е.П. Вишневский // Журнал «С.О.К.». - 2004. - №7. - С. 113-116

2. СП 31.112.2007 «Физкультурно-спортивные залы. Часть 3. Крытые ледовые арены».

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. техн. наук Старковой Л.Г. (AuthorID: 660291)

УДК 628.38

Морева Ю.А. (AuthorID: 489374), **Коликова Е.П.**

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА СТОЧНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ КНС №8 ГОРОДА МАГНИТОГОРСКА

Современные вызовы в энергетике и экологии требуют разработки эффективных решений для отопления и горячего водоснабжения. Тепловые насосы, извлекающие тепло из низкопотенциальных источников, таких как сточные воды, представляют собой перспективную технологию. Исследование их применения на канализационной насосной станции актуально в контексте устойчивого развития и рационального использования ресурсов. [1, 3]

Большое количество тепла, содержащееся в сточных водах, в настоящее время зачастую не используется, что вызывает экономические и экологические проблемы. Эффективное его использование может снизить затраты на энергоресурсы и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Интерес в данном случае вызывает применение гибкого теплообменника для извлечения низкопотенциального тепла из сточных вод для теплового насоса. Гибкий теплообменник - бесконтактный испаритель прямого действия (БИПД) - накладки, состоящие из систем трубок. Накладки одеваются непосредственно на трубу со сточной жидкостью без каких-либо механических врезок и изменений конструкций, а также без прямого контакта со стоками. [2]

В качестве объекта исследования эффективности применения гибкого теплообменника для вторичного использования теплоты сточных вод выбрано здание канализационной насосной станции №8 в Магнитогорске, производительностью 700-709 м3/сутки. Здание не подключено к центральным городским тепловым сетям. Существующая система отопления электрическая. Среднее месячное потребление электроэнергии в отопительный период составляет - 11800 Квт*ч, а затраты при этом порядка 81500 рублей в месяц.

Замеры, проведенные во время обследования объекта в холодный период года, показали, что температура поверхности водовода при различной величине наружной температуры воздуха составляет 18°С. Данный факт подтвердил возможность использования и преобразования теплоты сточных вод в энергию для отопления и горячего водоснабжения здания канализационной насосной.

Необходимо проверить технико-экономическую целесообразность вторичного использования теплоты сточных вод и применения теплового насоса в качестве источника для систем отопления и горячего водоснабжения КНС №8 в климатических условиях города Магнитогорска.

Список используемых источников

1. Скороходова И.Г., Пятковская А.Н. Пути решения экологических проблем топливно-энергетического комплекса России // KANT. - 2012. - №3(6).

2. Ковалев О.А. Тепловые насосы: эффективные нестандартные решения поставленных задач // АВОК. - 2023. - №3. - С. 48.

3. Masherova, E. A. Development of the water softening method of intake in Magnitogorsk / E. A. Masherova, Yu. N. Novoselova, Yu. A. Moreva // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Chelyabinsk. Vol. 262. – Chelyabins, 2017. – P. 012089. – DOI 10.1088/1757-899X/262/1/012089.

УДК 697.952.1

Королев С.А.

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ДВОРЦА ТВОРЧЕСТВА ДЕТЕЙ И МОЛОДЁЖИ В ГОРОДЕ МАГНИТОГОРСК В СООТВЕТСТВИИ С СОВРЕМЕННЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ

Современные требования к системам вентиляции общественных зданий, предъявляют высокие требования к качеству воздушной среды. Особенно это касается зданий и комплексов, включающих бассейны и другие оздоровительные помещения. Влажность, температура и скорость воздухообмена должны быть строго регламентированы [1] для обеспечения комфортных и безопасных условий как для посетителей, так и для обслуживающего персонала.

В настоящее время является весьма актуальной для Дворца творчества детей и молодежи в г. Магнитогорске в состав которого входят 25-метровый бассейн, универсальный спортивный зал и другие помещения для активных занятий. Системы вентиляции остро требуют реконструкции, поскольку существующие инженерные решения не обеспечивают необходимого уровня воздухообмена и уровня влажности в бассейне, что ведет к значительному ухудшению качества воздуха и не соблюдению требований санитарных норм [1][3]. Основные проблемы заключаются в недостаточном удалении избыточной влаги, рисках конденсации на конструктивных элементах здания, а также необходимости энергосбережения [2].

В исследовании планируется оценить необходимую но достаточную степень модернизации и переустройства вентиляционных систем. Основное направление модернизации предполагает замену устаревшего вентиляционного оборудования на современные энергоэффективные установки с системой автоматизированного управления и рециркуляцией или утилизацией теплоты удаляемого воздуха [3], добавление новых автономных малогабаритных систем для обслуживания спортивных залов с различными режимами работы. Это позволит не только снизить эксплуатационные расходы, но и обеспечить соответствие санитарно-гигиеническим нормам.

Реконструкция систем вентиляции Дворца творчества детей и молодежи в г. Магнитогорске является важной задачей, направленной на улучшение качества воздуха, повышение комфорта и безопасности посетителей, а также снижение затрат на эксплуатацию здания.

Список используемой литературы

1. СП 2.1.3678-20 Свод правил. Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг -2020.

2. Иванов, П. Н. Современные методы осушения воздуха в бассейнах / П. Н. Иванов, А. С. Смирнов // Инженерные системы. – 2021. – № 3.

3.СП310.1325800.2017Свод правил. Бассейны для плавания. Правила проекти рования. Swimming pools. Design rules.-2018.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. техн. наук Старковой Л.Г. (AuthorID: 660291)

УДК 697.9

Старкова Л.Г. (AuthorID: 660291), **Сайгина Т.Д.**

АУДИТ И НОРМАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ В ДЕЙСТВУЮЩЕМ РОДИЛЬНОМ ДОМЕ №1 Г. МАГНИТОГОРСКА

Родильный дома №1 является старейшим роддомом г. Магнитогорска. Здание было построении в 1947г. В процессе эксплуатации помещения подвергались множественным изменениям и перестройкам. В настоящее время, учреждение регулярно находится под угрозой закрытия, из-за множественных нарушений требований к системам вентиляции здания.

Целью исследования являлась оценка фактических решений вентиляционных систем и оборудования здания на соответствие обязательным требованиям нормативных документов [1].

В ходе натурного обследования анализу подверглись все действующие системы вентиляции эксплуатируемой части комплекса, которые были выполнены при строительстве здания и ремонту не подвергались. Исключением являются помещения пищеблока, где выполнен современный ремонт.

В ходе анализа компоновки существующей системы вентиляции на соблюдение нормативных требований [1] были выявлены нарушения десяти основных пунктов, регламентирующих правила устройства систем вентиляции роддомов, степень нарушения которых продемонстрирована на рисунке 1.

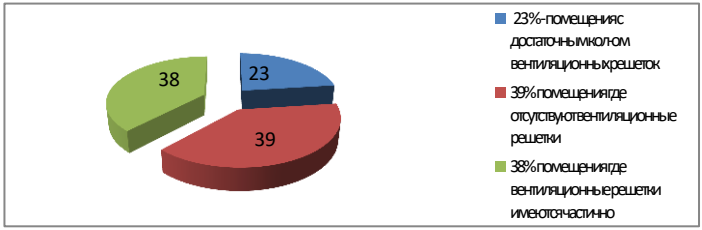


Рис. 1. Сопоставление результатов обследования с нормативными требованиями

Вывод: существующая схема распределения воздуха в помещениях в большинстве помещений (61%) не соответствует нормативным требованиям и не способна обеспечить в них нормативный воздухообмен.По результатам анализа итогов обследования систем, были разработаны рекомендации по мерам обеспечения требований нормативных документов в области оказания медицинских услуг [2].

Список используемых источников

1. СП 2.1.3678-20 Свод правил. Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг.-2020.

2. Заключение №КЦ-2024-01 по результатам обследования систем вентиляции здания ГАУЗ «Родильный дом № 1 г. Магнитогорск» расположенного по адресу: г. Магнитогорск пр. Пушкина, д. 25. Магнитогорск 2024г.

УДК 519.876.5

Суровцов М.М. (AuthorID: 634573), **Юлдашев А.Р.**

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ И CFD-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Использование генетических алгоритмов совместно с CFD-моделированием открывает новые возможности для повышения энергоэффективности и надежности систем ТГСВ. Их совмещение позволит не только оптимизировать параметры системы, но и протестировать их в виртуальной среде с точными расчетами аэродинамических и теплотехнических характеристик. За счёт этого можно значительно повысить точность расчетов и эффективность проектирования инженерных систем, что особенно важно в условиях необходимости снижения энергозатрат и повышения экологической устойчивости.

CFD моделирование (Computational Fluid Dynamics) это подраздел вычислительной гидродинамики, включающий совокупность физических, математических и численных методов, предназначенных для вычисления характеристик потоковых процессов являющийся самым передовым методом исследования и оптимизации различных параметров, таких как потоки воздуха, теплопередача и распределения температур в системах ТГСВ (теплоснабжение, газоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, отопление). [1].

Генетические алгоритмы (ГА) представляют собой эволюционные методы оптимизации, которые применяются для поиска наилучших решений в многокритериальных задачах [2]. Эти алгоритмы могут быть использованы для поиска оптимальных параметров и конфигураций систем ТГСВ, таких как расположение и размеры элементов системы, параметры воздушных потоков и температурных режимов.

Основными задачами, решаемыми при совместном использовании ГА и CFD, являются оптимизация геометрии компонентов систем ТГСВ, настройка температурных режимов и потоков воздуха, а также учет сложных взаимодействий между компонентами системы.

Таким образом, использование современных информационных технологий позволяет усовершенствовать процесс проектирования сложных инженерных систем [3].

Список используемых источников

1. Иващенко, Г. А. CFD моделирование HVAC как неотъемлемая часть современного проектирования климатических систем / Г. А. Иващенко // Наука и образование сегодня. – 2019. – № 7(42). – С. 20-34. – EDN RGBSLN.

2. Загинайло, М. В. Генетический алгоритм как эффективный инструмент эволюционных алгоритмов / М. В. Загинайло, В. А. Фатхи // Инновации. Наука. Образование. – 2020. – № 22. – С. 513-518. – EDN UTMAEL.

3. Суровцов, М. М. Универсальная система управления климатическими системами здания / М. М. Суровцов, А. Р. Юлдашев // 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. 354. – EDN YQKHRM.

УДК 697.1

Новоселова Ю.Н. (AuthorID: 397460), **Харлов Д.А.**

ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ВО ВРЕМЕННО-ЖИЛОМ МОДУЛЕ ПЛАТФОРМЕ «БЕРКУТ»

Беркут (морская буровая установка) — крупнейшая в России морская нефтегазовая буровая платформа, предназначенная для разработки Аркутун-Даги, третьего месторождения проекта «Сахалин-1». Условия проживания в ВЖМ (временном жилом модуле) на данный момент времени признаны неудовлетворительными. В РФ никогда не рассматривался вопрос об организации микроклимата в подобном модуле на надводных платформах.

С целью решения данной задачи произведена оценка теплотехнических показателей наружных ограждающих конструкций блок-контейнеров. Для внутренней изоляции блок-контейнеров использован напыляемый теплоизоляционный волокнистый материал «Dendamix Marine». Согласно результатам расчета, сопротивление ограждения теплопередаче недостаточно. Фактическое (приведенное) сопротивление ограждения теплопередаче составляет 1,45 $м^2$·град/Вт, что менее требуемого сопротивления ограждения теплопередаче 5,00 $м^2$·град/Вт (1,9 $м^2$·град/Вт). Для достижения максимального эффекта рекомендовано выполнить утепление пола и крыши ВЖМ до следующих значений сопротивления ограждения теплопередаче: пол не ниже 2,9 $м^2$·град/Вт (нижний ряд блок контейнеров), а крыша не ниже 1,9 $м^2$·град/Вт (верхний ряд).

На основании имеющихся исходных данных, а также проведенного анализа документации по данному объекту был произведен обзор исследований в области систем теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования, а также имеющейся патентной документации РФ и других стран, касаемых данной проблемы. В результате, можно сделать вывод о том, что на надводных платформах проблема эффективности системы отопления не решалась из-за технически сложной доступности к конструкциям модуля, а также проведения работ, которые относятся в высокоопасным из-за нахождения модуля над поверхностью воды и влияния неблагоприятных погодных условий

Список используемых источников

1. Харлов Д.А., Новоселова Ю.Н. Организация микроклимата во временно-жилом модуле на надводной платформе «Беркут» / Международный научный журнал Символ науки. – 2024. - №6-2. – С. 66-67.

2. Новоселова, Ю. Н. Инженерные системы и оборудование зданий : Электронное издание / Ю. Н. Новоселова, Ю. А. Морева. Том Часть 2. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет, 2018. – ISBN 978-5-9967-1466-7. – EDN ZIOVET.

3.Проектирование систем теплоснабжения / Ю. Н. Новоселова, Ю. А. Морева, Е. В. Базанова, А. А. Родионова. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – 130 с. – EDN EWVMPJ.

УДК 697.95

Старкова Л.Г. (AuthorID: 660291), **Филёва И.А.** (AuthorID: 205776)

АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДИК АЭРАЦИИ ГОРЯЧИХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

Аэрация - естественная общеобменная вентиляция – является единственным эффективным инструментом организации воздухообмена горячих металлургических цехов, обеспечивающим нормативные параметры внутреннего воздуха на рабочих местах в теплый и холодный периоды года и поддерживающим нормальное течение технологического процесса в теплый период года.

С учетом современного уровня развития программных комплексов, предназначенных для выполнения газодинамического моделирования (CFD-моделирования) аэрации, требуется определить наиболее эффективную расчетную методику аэрации, позволяющую проводить верификацию CFD-моделей для новых объектов капитального строительства, на которых верификация результатов моделирования методом натурных замеров на объекте невозможна.

Наиболее известными и применяемыми на практике в Российской Федерации являются методики, разработанные советскими учеными:

- Методика В.Н. Талиева показывает температуру воздуха в рабочей зоне, позволяет рассчитать температуру уходящего воздуха посредством коэффициента m, позволяет взаимно регулировать площади приточных и вытяжных аэрационных проемов. Опирается на коэффициент m, определяющий долю теплоизбытков, влияющих на температуру воздуха в рабочей зоне [1].

- Методика В.В. Батурина сходна с методикой В.Н. Талиева, однако она более глубоко исследует коэффициент m для различных условий, а расчет аэрации проводится как для плоской, так и для пространственной задачи [2].

- Методика И.М. Халецкого также опирается на коэффициент m, который принимается как определенные табличные значения для различных производственных помещений. Особенностью является предложенный автором метод приведенных величин (индивидуальных характеристик проемов, включающих площадь, коэффициент расхода, геометрическое положение проема) для определения площадей аэрационных проемов [3].

Кроме вышеописанных методик заслуживает внимания методика польского проектного института БИПРОХУТ, примененная при проектировании аэрации ЛПЦ № 10 ПАО «ММК», основанная на методике удельных расходов воздуха через аэрационный проем и принципе равенства площадей приточных и вытяжных аэрационных проемов [4].

Наиболее целесообразным методом выбора наиболее точной методики расчета аэрации является проведение расчетов для реального объекта с верификацией полученных результатов методом натурных замеров при одинаковых условиях.

Список используемых источников

1. Информационное письмо Госстроя СССР Главпромстройпроект ГПИ Сантехниипроект № 91-64 [Текст].

2. Батурин В. В. Основы промышленной вентиляции: диссертация доктора технических наук: 05.00.00. [Текст] - Москва: Профиздат, 1951. - 453 с.

3. Халецкий, Иосиф Миронович. Отопление, вентиляции и холодоснабжение предприятий черной металлургии [Текст]. - Москва : Металлургия, 1973. - 238 с.

4. ZTE II ETAPU BUDOWY HUTY № F1719347, BIPROHUT, GLIWICE [Текст], 1991.

Секция «Урбанистика и городское планирование»

УДК 711.4

Бочков В.С., Родионова А.А. (AuthorID: 1191802)

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ БЕЛОРЕЦКА И РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ЕЕ УЛУЧШЕНИЮ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ

Качество городской среды оказывает непосредственное влияние на уровень удовлетворенности жителей, их физическое и психологическое здоровье, а также социальную активность. Был проведен анализ уровня удовлетворенности жителей существующими местами отдыха, а также собрана статистика.

Территория Белорецка занимает всего 41 км², а численность населения на 2025 год составляет 68 820 чел. Демографическая ситуация была значительно более благополучной в 80-х годах, а с начала 2000-х численность населения неуклонно снижается, что стало характерным для многих промышленных городов. Город считается одним из крупнейших центров чёрной металлургии республики. К основным промышленным производствам Белорецка относятся Уральский пружинный завод, Белорецкий металлургический комбинат, Белорецкий завод рессор и пружин, Белорецкий лесокомбинат, завод ЖБИ. В сфере производства продуктов питания функционируют местные маслосырокомбинат, мясо - и хлебокомбинат.

Пространственный анализ городской среды позволит выявить наиболее проблемные зоны, которые нуждаются в первоочередном улучшении, и на основе полученных данных разработать конкретные предложения, направленные на повышение качества жизни жителей города.

Необходимо провести комплексный пространственный анализ городской среды Белорецка, выявить её недостатки и проблемные зоны, а также разработать научно обоснованные предложения по её улучшению, направленные на повышение качества жизни населения, с учетом социально-экономических, экологических и культурных особенностей города.

В ходе выполнения работы будет проведен анализ нормативно-правовой документации [1], собраны статистические данные, проанализируем данные из открытых источников (социальных сетей, онлайн-платформ и т.п.).

Список используемых источников

1. Яргина, З. Н. Градостроительный анализ / З. Н. Яргина. // д-р архитектуры Гутнов А.Э. – Москва: Стройиздат, 1984. – 245 с.

УДК 796.034.2

Добарский Д.В.

АНАЛИЗ ИНФРАСТРУКТУРЫ МАССОВОГО СПОРТА ГОРОДА МАГНИТОГОРСКА

В настоящее время, в век стремительных скоростей развития науки и многочисленных перемен в мире, спорт остается важной частью жизни людей. Он является одним из главных факторов, влияющих на здоровье населения. Вопрос развития массового спорта является актуальным для многих российских городов. В Магнитогорске наблюдается значительная нехватка спортивных объектов: при населении 410 тыс. человек количество объектов составляет всего 850, что в два раза ниже нормы. Анализ показал, что наблюдается дисбаланс инфраструктуры спортивных сооружений между районами города. Например, в Орджоникидзевском районе количество (436 объектов) и качество (соответствие стандартам) позволяет обеспечить жителей необходимой спортивной инфраструктурой, в Ленинском районе не хватает качественной инфраструктуры для развития массовой физической культуры и спорта.

Интерес в данном случае представляет разработка предложений, направленных на совершенствование инфраструктуры спорта в городе Магнитогорск. Для выявления более точечных проблемных участков города и факторов, ограничивающих вовлеченность населения в спорт, планируется провести анкетирование жителей, а также создание карты города, на которой будет нанесены все объекты спортивной инфраструктуры с указанием их назначения (вид спорта), востребованности, состояния и радиуса действия. Полученные результаты помогут сделать вывод о реальной необходимости развития уличной спортивной инфраструктуры и внедрения многофункциональных спортивных сооружений.

Наиболее актуальным является изучение опыта организации спортивных пространств и возможность его применения в городах России. При этом особенное внимание будет уделяться финансовым инструментам, используемым при их организации. Среди предложений, основанных на анализе существующего положения, необходимо предусмотреть строительство новых спортивных объектов в районах с их нехваткой; привлечение инвестиций со стороны бизнеса и государства; внедрение программ популяризации спорта среди населения. Реализация разработанных мероприятий позволит увеличить вовлеченность населения в спорт, что положительно скажется на качестве жизни горожан.

Список используемых источников

1. Министерство спорта РФ. Отчет о состоянии физической культуры и спорта в России за 2022 год. URL: https://www.minsport.gov.ru

2. Суровцов, М. М. Город Магнитогорск: перспективы развития и социально-экономическая роль в Уральском регионе / М. М. Суровцов, Ю. А. Морева, А. А. Галимшина // Современные достижения университетских научных школ : Сб. докл. нац. науч. школы-конф., Магнитогорск, 25–26 ноября 2022 года / Том Выпуск 7. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2022. – С. 89-94.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. техн. наук Моревой Ю.А. (AuthorID: 489374).

УДК 711

Кротов И.А. (магистрант)

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Система теплоснабжения является одной из ключевых составляющих инфраструктуры населенных пунктов, обеспечивая комфортное, безопасное проживание граждан в условиях холодного климата. Эффективное и бесперебойное функционирование данной системы, хозяйствующих субъектов, ответственных за работу сетей, теплогенерирующих и теплопотребляющих установок напрямую влияет на качество жизни населения, экономическую стабильность и экологическую безопасность. Президент РФ Путин В.В. особо подчеркивает важность теплообеспечения граждан и ставит задачу жилищно-коммунальному сектору о своевременном проведении обслуживания, ремонта и подготовки к отопительному сезону.

Применение новых технологий в процессе оперативного контроля, модернизации, реконструкции, текущего и капитального ремонта объектов коммунальной инфраструктуры позволяет сократить аварийные ситуации на теплосетях. Например, в рамках проведенных работ ГУП «ТЭК СПБ» получилось снизить количество внештатных ситуаций на 17,4 %.

Помимо квалифицированного подхода к обслуживанию и ремонту сетей, важными составляющими работы ресурсоснабжающих организаций являются:

- удобные и популярные решения для взаимодействия потребителей с хозяйствующими субъектами по вопросам, входящих в их компетенцию;
- переход от ограниченности информации, бюрократизации процессов к доступности и публичности;
- использование официальных порталов в сети «Интернет», организация оплаты без комиссии дистанционным и очным способами за потребленные коммунальные ресурсы, разработка дополнительных мер по борьбе с мошенниками;
- организация четкой стратегию истребования дебиторской задолженности.

Как показала практика внедрения перечисленных мероприятий в деятельность ГУП «ТЭК СПБ» уровень собираемости денежных средств за отпущенную тепловую энергию возрос до 100,9%.

Актуальным при этом является поиск и систематизация процессов и методов деятельности в целях эффективного обеспечения потребителей тепловой энергией, создания конструктивного взаимодействия с гражданами.

Список используемых источников

1. ТЭК Санкт-Петербург [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://gptek.spb.ru/, свободный. - Загл. с экрана. (дата обращения: 10.02.2025).

2. Хайруллин М. Ф., Воробьев Д. И., Березняковский В. С. Развитие системы управления комплексом ЖКХ муниципалитета // Гуманитарный научный журнал. 2023. №1-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-sistemy-upravleniya-kompleksom-zhkh-munitsipaliteta.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. техн. наук Моревой Ю.А. (AuthorID: 489374).

УДК 69.07

Лушников Е.К. (AuthorID: 1279530), **Родионова А.А.** (AuthorID: 1191802)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ПРОТЕКАЮЩИХ В НИХ ПРОЦЕССОВ ИЗНОСА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФАКТОРА ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ

В рамках жизненного цикла зданий и сооружений происходят различные техногенные происшествия, влияющие на несущую способность строительных конструкций. Для определения целесообразности, пригодности дальнейшей эксплуатации и соответствия всем нормам и стандартам, здания и сооружения подвергаются обследованию для выявления остаточной несущей способности.

В 2022 году на территории Российской Федерации произошло 83 взрыва, при этом нет четкого понимания методики обследования строительных конструкций таких зданий и сооружений, что в свою очередь повышает различного рода риски во время обследования и при дальнейшей эксплуатации. По мере технологического прогресса, увеличения физического износа и морального устаревания строительных конструкций и инженерных систем зданий, вышеупомянутые риски увеличиваются.

В современных условиях необходима четкая, продуманная система мероприятий, возможных рисков и показателей несущей способности строительных конструкций зданий и сооружений после воздействия взрыва и сопутствующей ему взрывной волны, для обеспечения объективной, достоверной и безопасной оценки фактического состояния строительных конструкций, что в дальнейшем обеспечит необходимую несущую способность и надежность.

Проблема наиболее обостряется в городах с плотной застройкой и на предприятиях, имеющих признаки опасности по классификации ростехнадзора, за счет агрессивной среды, повышенного физического износа, прогрессирующего обрушения при взрыве и многих других факторов, которые невозможно не учитывать. Понимание и систематизация данных факторов позволят не только разработать методику оценки, но также улучшать проекты по ремонту и реконструкции зданий после взрыва, разработать новые решения по устойчивости к взрыву как новых, так и реконструируемых зданий.

Список используемых источников

1. Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. - М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2016. - № 5 (86). - 78 с.

2. Количественный анализ риска при обосновании взрывоустойчивости зданий и сооружений/ Д.В. Дегтярев, М.В. Лисанов, С.И. Сумской, А.А. Швыряев// Безопасность труда в промышленности. - 2013. - № 6. - С. 82-89.

3. Бирбраер А.Н., Роледер А.Ю. Экстремальные воздействия на сооружения. - СПб: Изд-во Политехи, ун-та, 2009. - 594 с.

4. Масленников Александр Матвеевич./ Динамика и устойчивость сооружений : учебник и практикум для вузов / Масленников Александр Матвеевич ; А. М. Масленников. - Москва : Юрайт, 2023. - 366 с. - (Высшее образование). - URL: https://urait.ru/bcode/511543 (дата обращения: 12.02.2025).

УДК 711.57

Петухова А.Д., Родионова А.А. (AuthorID: 1191802**),**

ДОСТУПНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ РАЙОНОВ МАГНИТОГОРСКА ДЛЯ ПОДРОСТКОВ

Городская среда играет важную роль в развитии подростков, поскольку они являются наиболее мобильной частью общества. Их активное взаимодействие с городским пространством позволяет исследовать уровень доступности городской среды, выявлять существующие барьеры и определять степень обеспеченности территории необходимыми досуговыми объектами.

Цель исследования – оценить доступность городской среды районов Магнитогорска для подростков через их практическое использование общественных пространств. Для достижения этой цели использованы следующие методы: опрос, картографический анализ и анализ документов. В рамках исследования был составлен опрос для оценки уровня удовлетворенности подростков существующей инфраструктурой досуга, а также разработаны карты, отражающие распределение досуговых объектов по районам города. Анализ полученных данных позволил выявить наиболее востребованные подростками общественные пространства, определить районы с недостаточной обеспеченностью досуговыми объектами и зафиксировать зоны, доступ к которым затруднен.

Необходимо учитывать существующие подходы к определению понятий «городская среда» и «доступность». Согласно В. Л. Глазычеву, городская среда – это совокупность застройки, символов, знаков, а также населения и его форм взаимодействия с этими элементами. Доступность в контексте городской среды включает в себя легкость достижения объектов, возможность перемещения и уровень обеспеченности услугами. В зарубежных исследованиях А. Рензи и П. Ферранти рассматривают городскую доступность как способность городской среды обеспечивать равный доступ к услугам для всех. С. Лотфи и М. Кухсари акцентируют внимание на том, что доступность подразумевает свободу передвижения и возможность взаимодействия в городской среде. Кроме того, А. Крашенников выделяет пространственные параметры, включая физические размеры, границы и планировку города, как ключевые факторы, влияющие на уровень доступности.

Результатом исследования станет оценка территориальной и финансовой доступности городской среды для подростков Магнитогорска, а также анализ обеспеченности районов досуговыми объектами. Итоги работы позволят выявить проблемные зоны, требующие улучшения городской инфраструктуры для создания более комфортных условий взаимодействия подростков с городской средой.

УДК 37.035.6

Морева Ю.А. (AuthorID: 489374), **Савенкова А.С.**

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЗНАНИЙ ИСТОРИИ РОДНОГО ГОРОДА СРЕДИ МОЛОДЕЖИ

В современном обществе, характеризующемся глобализацией и информационным перенасыщением, вопросы формирования гражданской идентичности у подрастающего поколения приобретают особую значимость. Одним из ключевых элементов гражданской идентичности является знание истории своей страны и, в частности, своего родного города. Именно локальная история, близкая и понятная, формирует чувство сопричастности, уважения к прошлому и ответственности за будущее своей малой родины.

Однако, как свидетельствуют статистические данные, в настоящее время наблюдается тревожная тенденция снижения уровня знаний истории, особенно локальной, среди молодежи XXI века по сравнению с предыдущим столетием. Это представляет серьезную проблему, поскольку незнание истории родного города может привести к утрате культурных ценностей, ослаблению связей с прошлым и, как следствие, к формированию апатичного и незаинтересованного гражданина.

Для решения этой проблемы планируется провести исследование в городе Магнитогорск. Для этого необходимо изучить уровень знаний истории города среди молодежи в возрасте от 16 до 30 лет. При этом основные исследовательские вопросы, на которые мы стремимся ответить, будут звучать следующим образом: “Как вы оцениваете свой уровень знаний истории родного города? Существуют ли в городе бесплатные и общедоступные туристические маршруты, ориентированные на молодежную аудиторию?”. Будет проведен комплексный анализ, включающий в себя: изучение существующих исследований по данной тематике, проведение опросов и анкетирования среди молодежи Магнитогорска, анализ доступных информационных ресурсов, посвященных истории города, а также оценку наличия и доступности бесплатных туристических маршрутов. На основе полученных данных планируется разработать и протестировать информационный некоммерческий туристический ресурс, включающий доступные и увлекательные экскурсии, ориентированные на молодежную аудиторию. Этот ресурс будет создан с учетом современных информационных технологий и каналов коммуникации, чтобы максимально привлечь внимание молодежи и сделать процесс изучения истории родного города интересным и познавательным.

Такой ресурс позволит повысить вовлеченность молодежи в местную культуру и увеличить количество молодых людей, посещающих исторические места города. Это приведет к росту уровня знаний истории родного города среди молодежи и формированию гражданской идентичности.

Список используемых источников

1. Цыганова, А. В. Экскурсия как средство воспитания патриотизма студенческой молодежи / А. В. Цыганова // Современные тенденции развития мировой, национальной и региональной индустрии гостеприимства: сборник статей участников IX международной научно-практической конференции, Тверь, 18–19 ноября 2020 года. – Тверь: Тверской государственный университет, 2020. – С. 48-57.

УДК 712.4.01

Сибагатуллина А.А., Родионова А.А. (AuthorID: 1191802**)**

ОЗЕЛЕНЕНИЕ УЯЗВИМЫХ УЧАСТКОВ ГОРОДА С ЦЕЛЬЮ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЖИТЕЛЕЙ

Город Магнитогорск, является крупным промышленным центром, который сталкивается с серьезными экологическими проблемами, обусловленными высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Накопления в атмосфере высокой концентрацией промышленных выбросов, оказывают неблагоприятное воздействие на жителей города, что в дальнейшем сказывается на их здоровье и благополучии. В связи с этим, основной задачей становится разработка и реализация эффективных мероприятий по восстановлению благоприятных экологических условий, в том числе, озеленение.

Озеленение уязвимых участков города Магнитогорск, характеризующихся высокой концентрацией промышленных выбросов, является эффективным инструментом по снижению уровня загрязнения воздуха и шума, а также повышает привлекательность этих территорий.

Для того, что выявить уязвимые участки в городе Магнитогорск, проводится мониторинг загрязнения воздуха с помощью газоанализатора «Геолан-1П». Эти измерения выявляют проблемные участки городской среды, такие как территории, прилегающие к промзонам, сильно застроенные кварталы и зоны с плохой экологией.

Результаты измерений, проведенных с использованием газоанализатора, показали превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) взвешенных веществ и углеводородов. Одним из факторов превышения ПДК является отсутствие снега и транспортный поток.

Результаты данного исследования позволят разработать научно обоснованные рекомендации (выбор наиболее эффективных видов растения по климатическим условиям, оптимальные методы посадки и ухода) по формированию устойчивой городской среды, оптимизации озеленения уязвимых участков Магнитогорска и повышению качества жизни населения.

Ожидается, что реализация предложенных мероприятий позволит создать экологически чистую и комфортную городскую среду, способствующую улучшению здоровья и благополучию жителей.

УДК 72.06

Суровцов М.М. (AuthorID: 634573), **Копытова А.В.**

ВЛИЯНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ НА ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СОЦИУМА

Человеческое сознание формируется под влиянием окружающей среды. Архитектура — это важный элемент, который влияет на наше повседневное восприятие и поведение. Архитектурная и городская среда может изменять настроение, увеличивать продуктивность или наоборот, вызывать чувство стресса и тревоги. Воздействие множества объектов и различной информации в восприятии человека формирует сложный пространственный образ мира.

Совершенная градостроительная форма требует ясности, с которой город воспринимается и узнается, и легкости, с которой элементы формы можно связать с определенными местами и событиями в пространстве и времени, а представление об этих связях могут быть соотнесены с внепространственными ценностями и представлениями. Речь идет об отражении в нашем сознании градостроительной формы, в результате которого возникает определенный образ города. [1]

Каждая архитектурная форма и пропорция может вызывать уникальные эмоциональные реакции у разных людей. Это может быть обусловлено как персональными предпочтениями, так и воздействием культурных и социальных факторов. Важно также учитывать контекст, в котором находится здание, поскольку окружающая среда может оказывать влияние на наше эмоциональное восприятие. [2]

Исследование направлено на поиск и систематизацию общих закономерностей влияния среды на человека. Был выявлен ряд правил формообразования и композиции города, позволяющих создавать гармоничные и человечные пространства, такие как: наличие фокусных точек, ритма и акцентов, сомасштабность человеку, наличие разнообразия форм, контраст масштабов. Задачей является поиск вариантов обеспечения комфортного состояния городских жителей за счёт архитектурной среды, а также выявление принципов и возможностей архитектуры и городской среды в качестве инструментов управления.

Список используемых источников

1.Толочко, А. В. Особенности восприятия городской среды / А. В. Толочко // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2023. – № 2. – С. 55-62. – DOI 10.52928/2070-1683-2023-34-2-55-62. – EDN DIXWJY.

2.Суровцов, М. М. Что такое урбанистика и нужна ли она Магнитогорску? / М. М. Суровцов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы 80-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 18–22 апреля 2022 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. – С. 490. – EDN TTKIXB.

УДК 711.417-11

Суровцов М.М. (AuthorID: 634573), **Чикунов Г.И.**

ИСТОРИЧЕСКАЯ ЗАСТРОЙКА В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ ГОРОДОВ: ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Современные города сталкиваются с необходимостью сохранения исторического облика при одновременном строительстве новых объектов и развитии инфраструктуры. Историческая застройка формирует уникальную идентичность городов, однако устаревшие здания зачастую не соответствуют современным функциональным, экономическим и экологическим требованиям. При этом 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 [1].

Для разработки стратегии по гармоничному симбиозу старой и новой архитектуры предлагается комплексная оценка по четырем ключевым критериям: архитектурному, урбанистическому, социальному и экономическому. Архитектурный аспект включает в себя соответствие нового объекта масштабу, пропорциям, ритму и стилю исторической среды. Урбанистический критерий оценивает влияние современной застройки на общественные пространства, плотность застройки, транспортную доступность и пешеходные маршруты. Социальный аспект связан с общественным восприятием, которое включает отношение жителей, туристов и экспертов к изменениям в городской среде. Вовлечение местных жителей и специалистов в обсуждение градостроительных решений помогает учитывать мнение общества и позволяет повысить уровень одобрения новых решений. Экономический критерий включает рентабельность проектов, стоимость реконструкции или строительства, потенциал привлечения инвесторов, а также влияние новой застройки на туристическую привлекательность. Помимо этого, в исследовании рассматривается экологическая повестка в рамках всех четырех критериев. Она направлена на минимизацию негативного воздействия строительства на окружающую среду, использование энергоэффективных решений и интеграцию природных элементов в городскую среду.

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 [2].

Список используемых источников

1. Никифорова, М. М. Симбиоз "старой и новой" архитектуры в контексте исторической застройки современных городов / М. М. Никифорова // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2021. – № 3. – С. 207-214. – DOI 10.33920/sel-04-2103-07. – EDN STKOMQ.

2. Суровцов, М. М. Перспективы развития города Магнитогорска: экономический аспект / М. М. Суровцов, Д. А. Бабушкина, В. П. Емельянова // 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. 471. – EDN LIWWVF.

УДК 691

Бернюкевич Т.В. (AuthorID: 274204), **Голубева О.А.** (студент),
Мерзлякова П.О. (студент)

ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

В последние годы тема охраны окружающей среды стала основной во многих отраслях, включая строительство. Экологические проблемы, такие как загрязнение воздуха, вырубка лесов, глобальное потепление и истощение природных ресурсов, требуют разработки инновационных и более безопасных для экологии решений, именно поэтому экологичные строительные материалы становятся необходимостью для построения будущего.

Экологичные строительные материалы — это материалы, которые значительно уменьшают влияние на окружающую среду и имеют низкий уровень загрязнения на всех этапах их жизненного цикла: от добычи и производства до использования и утилизации. Различают следующие виды экологичных материалов для строительства [1, 2]:

- Биобазированные материалы — древесина, бамбук, конопля.
- Переработанные материалы — переработанный бетон и стекло.
- Минеральные материалы с низким углеродным следом
- Теплоизоляционные материалы — натуральная вата, конопля, пробка.
- Натуральные отделочные материалы — известь, глина, экологичные краски.

В результате использования экологичных материалов можно добиться повышения энергоэффективности, улучшения здоровья и качества жизни людей, снижение концентрации токсичных веществ в атмосфере

Законодательные инициативы и растущий спрос в будущем могут сделать использование экологичных материалов более доступным и массовым, что позволит им стать стандартом для строительства.

Список используемых источников

1. Крухмалева, Е. В. Экологичные материалы: устойчивые решения для строительства жилья / Е. В. Крухмалева, Г. И. Кочиев // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XVI Международного молодежного форума, Белгород, 30–31 октября 2024 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2024. – С. 30-35. – EDN PMAZYO.

2. Черникова, В. Д. Экологичные материалы для интерьеров и строительства / В. Д. Черникова, О. В. Шульдешова // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации : сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, приуроченной к 120-летию со дня рождения К.А. Артемьева, Омск, 21–22 ноября 2024 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2024. – С. 573-577. – EDN RCAJIL.

Секция «Архитектура»

УДК 72.03(02) +719

Барышникова М.Ю. (AuthorID: 703457), **Вишняков С.А.**

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЦЕНТРА ПРАВОВОЙ ИНФОРМАЦИИ «БИБЛИОТЕКА П.В. КРАШЕНИННИКОВА»

Дизайн-концепция реконструкции пространства Центра правовой информации «Библиотека П.В. Крашенинникова» МГУК «ОГБ» в г. Магнитогорске, созданная архитектурным бюро «1618 ROOM» под руководством архитектора Семена Вишнякова, учитывает потребности пользователей и современные требования к организации деятельности общедоступных библиотек, это синтез архитектурных и профессионально-библиотечных решений.

Основной идеей проекта было вернуть библиотеке, как специфическому типу общественного здания, статус центра современной культурно-просветительской жизни города. Она должна выступить в роли точки притяжения людей всех возрастных групп, главным образом молодежи, стремящихся к самообразованию и ин теллектуальному совершенствованию. В этом случае, помимо функциональной и художественной дизайн библиотеки берет на себя и воспитательную функцию («воспитание средой») [1], ведь только комплексный подход может формировать полное погружение в среду, а значит ни одно помещение не должно быть вырвано из контекста.



Рис.1 Интерьер читального зала

Дизайн-концепция ЦПИ «Библиотека П.В. Крашенинникова» основана на принципах:

1.Сохранение культурно-исторического наследия;

2. Создание единого дизайн-кода интерьера;

3. Сохранение основных конструктивных элементов здания;

4. Комплексный подход к зонированию помещений;

5. Сочетание современных интерьерных решений и исторического пространства;

6. Использование классического монохрома в цветовом решении интерьера;

7. Мобильность и трансформация пространства;

8. Создание собственного неповторимого и узнаваемого стиля библиотеки.

Список используемых источников

1. Ульчицкий, О.А. Историческая реконструкция и ревитализация – инновационные методы сохранения объектов культурного наследия на Южном Урале / О.А. Ульчицкий, Е.К. Булатова // Архитектура. Строительство. Образование. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2013. – С. 58-65.

УДК 728.1

Барышникова М.Ю. (AuthorID: 703457), **Матвеева В.С.** (AuthorID: 1235253), **Емельянова В.М.** (студент)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРОПА ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Проект «Экологическая тропа возможностей» разработан для осетровой фермы на озере Кунашак, с целью создания доступной и комфортной среды для посетителей с ограниченными возможностями.

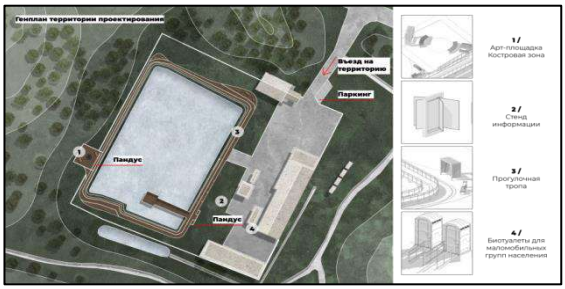


Рис.1. Генплан территории проектирования

Ключевым элементом проекта является двухуровневая тропа, которая обходит озеро по периметру. Она состоит из двух отдельных дорожек, одна из которых предназначена для людей на инвалидных колясках, а другая — для тех, кто передвигается самостоятельно. Инновационным решением проекта стало то, что тропа для колясок находится выше уровня земли, позволяя людям на колясках и пешеходам находиться на одном уровне зрения. Это создает атмосферу единства и взаимопонимания, способствуя беспрепятственному социальному взаимодействию. Вдоль тропы расположены качели и скамейки для отдыха на природе. Также был разработан информационный стенд «Книжка», содержащий информацию о территории, экосистеме озера и о спонсорах проекта. Проект "Экологическая тропа возможностей" акцентирует внимание на использовании экологически чистых материалов. В качестве основного материала для строительства были выбраны ламели из переработанного пластика, а также элементы уличной мебели - стол, качели и скамейки, изготовленные отходоперерабатывающим предприятием «Символ».

Список используемых источников

1. СП 59.13330.2020 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 (с изменениями № 1-4), 2021

УДК 728.1

Барышникова М.Ю. (AuthorID: 703457), **Суфиева К.Р.** (студент)

ИНОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К НАПОЛНЕНИЮ И ДИЗАЙНУ ДЕТСКОГО РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ЦЕНТРА ДЛЯ ДЕТЕЙ С ОСОБЕННОСТЯМИ РАЗВИТИЯ

Особое значение в свете новых задач архитектуры приобретает разработка проектов направленных на формирование комфортной среды развития и социализации детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Основываясь на статистике официального сайта bdex.ru в Магнитогорске на период времени февраль 2024 года насчитывается 1818 детей – инвалидов, по сравнению со статистикой 2019 года, это на 611 детей больше. В результате изучения статистических данных был получен материал, анализ которого позволил заключить, что город Магнитогорск нуждается в возведении нового социально-реабилитационного центра для детей с ограниченными возможностями здоровья и развития.

В 2024 году в городе Магнитогорске на базе городского курорта «Притяжение» был объявлен конкурс, на тему концепции наполнения детского развлекательно центра. По всем параметрам, помещение соответствовало идеи о разделении на два пространства, одно из которых могло предназначаться для детей с ОВЗ, второе пространство состояло из помещений развлекательного наполнения.

На основе предоставленных организаторами конкурса планов, было предложено зонирование помещения, путем разделения на шесть зон:

1.Ресторан
2.Фото зона
3.Оздоровительная зона
4.Торговые островки
5.Оранжерея + зона игр с водой
6.Развлекательно - образовательная зона

Для каждой зоны был создан мудборд с соответствующей концепцией.

На данный момент в городе Магнитогорске численность детей – инвалидов с каждым годом растет, а уже существующий социально-реабилитационный центр для детей с ОВЗ не справляется с потоком желающих пройти реабилитацию.

Список используемых источников

1. https://mr-info.ru/257231-idei-na-million-ot-studentov-beshenye-tushkanchiki-gotovyat-proekt-dlya-magnitogorskogo-prityazheniya.html

УДК 37.048.45.

Веремей О.М. (AuthorID:287349), **Емельянова В.М.**

ОБЪЕКТЫ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ И ПАМЯТНИКИ АРХИТЕКТУРЫ ЮЖНОГО УРАЛА

Мы переживаем время, когда в представлениях нынешней молодежи резко упал статус понятий патриотизма, уважения и любви к своей стране, ее истории, духовности. Как можно этому противостоять и кто заложит в подрастающем поколении основы истинных понятий добра и зла? Конечно же семья, затем школа. И образование в школе не может быть только научным развитием личности, оно должно быть еще и духовным. А что бы это происходило, в обучении мы неизбежно затрагиваем ту область нашей жизни, где от поколения к поколению передается культура, социальный и исторический опыт народа.

Региональная архитектура, занимая не последнее место в народном образовании и в изучении истории нашего края, дает представление об укладе жизни, быте наших предков. Изучение малой Родины является воспитывающим элементом для подрастающего поколения и способствует формированию национальных, патриотических, общечеловеческих чувств, необходимых для понимания ценностей человеческой культуры [1]. И храм является наилучшим примером культового наследия, необходимом для воспитания добросовестности, трудолюбия, умения видеть прекрасное во всем, что нас окружает. А когда человека окружает красота, его мысли становятся светлее, умиротворенней. Найденные и выявленные объекты культурного наследия являются возможностью восстановления их и воспитания и объединения нового поколения, делая их сильнее, даря надежду в лучшее.



Рис. 1. Жилой дом. «Кирпичный» стиль, модерн.

Многоквартирный дом находящийся по адресу обл. Оренбургская, г. Оренбург, ул. Кирова, д. 23/18/15 общей площадью 342,50 кв.м.

Регистрационный номер – 561510212610005. Категория, вид объекта - Памятник. Название памятника - Канцелярия Попечительства Оренбургским Учебным Округом 1880-е гг.; нач. XX в. Основная типология - Памятник градостроительства и архитектуры. Сведения о дате создания :рубеж XIX-XX в.

Список используемых источников

1.Ульчицкий, О.А. Историческая реконструкция и ревитализация – инновационные методы сохранения объектов культурного наследия на Южном Урале / О.А. Ульчицкий, Е.К. Булатова // Архитектура. Строительство. Образование. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2013. – С. 58-65.

УДК 728.1

Веремей О.М. (AuthorID: 287349), **Сафонова К.О.**

ПАРК ПЕРВЫХ

Дизайн-проект «Парк Первых» разработан для общероссийского общественно-государственного движения детей и молодежи «Движение Первых» [1] на территории ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», с целью объединения данного направления со студентами.

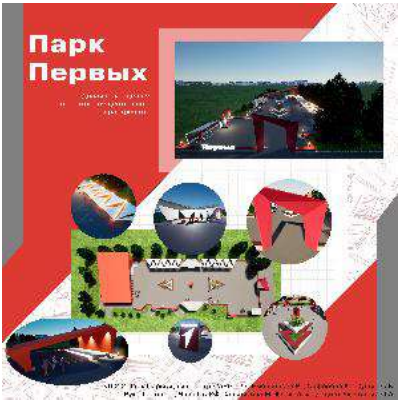


Рис.1. Планшет дизайн-концепции открытого общественного пространства.

Главная цель движения - содействие проведению государственной политики в интересах детей и молодёжи. Ключевым элементом проекта является отражение идей «Движения Первых» в различных формах. Данный проект (рис.1) оснащен двумя видами входных порталов, соответствующих общему стилю и дизайну парка: главная и боковые входные арки. Для удобства велосипедистов были продуманы несколько вариантов велопарковок, выполненных в общей стилистике парка. Так же в проекте были разработаны информационные стенды, которые будут знакомить посетителей с деятельностью организации «Движение Первых», здесь можно будет узнать о различных проектах и инициативах, проводимых движением, об участниках и партнерах, а также о способах поддержать и присоединиться к общему делу. Двухуровневые скамейки дадут возможность отдохнуть или же поработать на свежем воздухе. Беседки-самолетики, как символ свободы самовыражения, спрячут от солнца в комфортном пространстве для всех. Также для многочисленных мероприятий и выступлений представлены несколько видов сцен, рассчитанных на различное количество зрителей. На территории парка будут установлены теневые навесы, где представители университета смогут проводить приёмные кампании и встречаться с посетителями.

Список используемых источников

1. https://будьвдвижении.рф/

УДК 37.048.45.

Веремей О.М. (AuthorID: 287349), **Хрипунова Е.А.** (AuthorID: 1090175)

ФОРМИРОВАНИЕ ТВОРЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ АРХИТЕКТОРОВ

Процесс образования обогащается новыми образовательными технологиями и подходами, формирующими профессиональные компетенции обучающихся. Они служат средством для отработки обучающимися профессиональных навыков, максимально приближенных к реальности.

Компетентностный подход определяется развитием у обучающихся определенных компетенций, а учебная деятельность приобретает исследовательский или практико-преобразовательный характер. Общие и профессиональные компетенции взаимосвязаны. Они формируются в процессе учебной и внеучебной деятельности при изучении дисциплин и профессиональных модулей. При этом приоритетным средством их формирования является способ деятельности. Одним из них становится решение творческих задач.[2]

Творческие задания должны быть продуманы так, чтобы позволяли развивать образное воображение, логическое и системное мышление студентов. В процессе выполнения задач студенты должны обучиться методам поиска нестандартных идей, приобрести навыки обоснованных предложений, научиться анализировать содержание, выявлять проблемы и предлагать варианты решения. Творческие задания, составленные на основе местных и региональных традиции в области архитектуры, помогают осмыслить основы композиции, закономерности зрительного восприятия, знания способов выражения архитектурного замысла.

Использование в учебном процессе творческих задач и конструкторско-технологических заданий позволяет занятие сделать интересным и полезным обучающимся. Выполнение заданий и теоретические знания дают высокие результаты в реальной деятельности и собственном развитии [2].

Список используемых источников

1. Веремей О.М.Формирование ценностных ориентаций студентов в процессе обучения основам архитектуры. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук/Магнитогорский государственный университет. Магнитогорск, 2004.

2. Цветков А.Н. Методы решения творческих задач / А.Н. Цветков, В.Е. Заремба. - М.: КноРус, 2009. - 152 с.

УДК 72+7.017.9

Деменёв Д.Н. (AuthorID: 712201), **Мифтахов А.О.**

ЦВЕТ КАК ВАЖНЕЙШИЙ КОМПОНЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНО-ХУДОЖЕСТВЕННОГО ПРОСТРАНСТВА

Актуальность. В настоящее время процессы урбанизации продолжают набирать обороты, а взаимодействие элементов монументально-декоративного искусства и дизайна с архитектурой остается одним из распространенных средств организации эстетически выразительных городских ансамблей Данное взаимодействие в современном городе – это проблема, которую можно обозначить как организацию архитектурно-художественного пространства города. Не последнее место в этой организации принадлежит цвету, потенциал которого исследуется и раскрывается в процессе освоения студентами дисциплин эстетического и проективного цикла [1].

Методология исследования строится на совокупности теоретических и эмпирических методов (анализ, синтез, прямое наблюдение, системный подход, художественно-творческая деятельность авторов исследования).

Обсуждение. Интенсивно входящие в городскую среду инновации (новые строительно-конструктивные системы, системы визуальной коммуникации и цветосветового оформления), вытесняют предыдущие формы архитектурно-художественной практики и подталкивают архитекторов, художников, дизайнеров продолжать экспериментировать с цветом в новых условиях [2]. Сама эпоха несет новые эстетические возможности для реализации новых эстетических норм: взаимодействуя с техносферой, рождается индустриальная форма синтеза искусств.

Заключение. Цвет продолжает оставаться важнейшим компонентом организации архитектурно-художественного пространства. Однако приобретение архитектурно-художественных компетенций немыслимо без комплексного и системного освоения образовательных дисциплин эстетического и проективного цикла, в том числе, без освоения теории цветоведения и колористики.

Список используемых источников

1. Деменёв, Д. Н., Тетянюк, А. И. О ценностно-знаниевом и методологическом потенциале дисциплин эстетического и проективного цикла // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 82-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2024. – Т.1. – С. 372. – EDN: PYACMN

2. Хисматуллина, Д. Д., Халецкая, А. В. Дизайн архитектурной среды дворового пространства МОУ «СОШ № 10» г. Магнитогорска // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 80-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2022. – Т.1. – С. 519. – EDN: EDN: LNVLYR

Работа выполнена под научным руководством доц. Деменёва Д.Н.

УДК 7.01+72

Деменёв Д.Н. (AuthorID: 712201), **Тетянюк А.И.**

К ВОПРОСУ О РОЛИ ТЕХНИКИ В СОВРЕМЕННОМ СИНТЕЗЕ ИСКУССТВ

Актуальность. Оставаясь в целом эстетическим средством, средством коммуникации человечества и средством приобщения к всечеловеческим смыслообразам, коррелируя с изменением феноменологии действительности и развитием эстетической теории и практики [1], синтез искусств сегодня все чаще взаимодействует с техносферой. В этом кроются как соответствующие «угрозы и вызовы» (способность детерминировать эстетическую, психологическую, интеллектуальную и ценностную дезориентацию общественного сознания), так и широчайшие перспективы дальнейшего развития синтеза искусств. Однако, как известно, без качественного технического инструментария не может обойтись ни одно искусство [2].

Пути взаимной интеграции искусства и современной нам техники «лежали» через Новое время и Новейшее время. Если раньше под интеграцией внутри единого синтеза подразумевалось взаимодействие более родственных явлений (интеграция видов искусств) и технологий с целью создания единого ансамбля (архитектуры, скульптуры, живописи), то сегодня синтез искусств все чаще реализуется посредством современных технических устройств: проекторов, компьютерных программ, аэрографов (росписи стен), 3D-принтеров (печать скульптуры, багета, орнаментов и т.д.), квадрокоптеров (росписи фасадов зданий), плазменных экранов, лазерных указок и уровней и др. К дополнительности, укорененной в человеческой размерности синтеза искусств, добавляется, таким образом, *дополнительность цифровая и технологическая*. Речь, конечно же, не идет о высокохудожественных синтезах, так называемых высоких стилях (их время ушло, а новое еще не стало), но различные формы «неполных» интеграций существуют (те же муралы, выполненные посредством квадрокоптеров) [3]. Что говорит об определенном ценностно-эстетическом его потенциале. Именно подобной интеграции, искусства (искусствознания, философии, религии) и техники (естествознания, технического знания) принадлежит будущее.

Список используемых источников

1. Казанева, Е. К. Дизайн архитектурной среды молодежного центра «Пирамида» / Е.К. Казанева, А.В. Лейченкова, А.И. Мирская // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 81-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2023. – Т.2. – С. 86. – EDN BQRLWF

2. Деменёв, Д. Н., Карпенко, Д. А. Русское ювелирное искусство как феномен культуры // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 80-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2022. – Т.1. – С. 559. – EDN ZXWXNV

3. Most, M. Как дроны и VR помогают рисовать граффити и муралы. – Текст : электронный. – URL: https://habr.com/ru/companies/ru_mts/articles/818695 (дата обращения: 18.03.2025).

Работа выполнена под научным руководством доц. Деменёва Д.Н.

УДК 7.01+165+141.12

Деменёв Д.Н. (AuthorID: 712201)

ОТ СИНКРЕТИЗМА К СИНТЕЗУ ИСКУССТВ

Актуальность. По мнению многих исследований, все, что движет современным человеком на сознательном и бессознательном уровне, имеет глубочайшие корни, берущие свое начало в реликтовую эпоху освоения мира.

Методология исследования включает общенаучные методы анализ и синтез, метод интеллектуальной спекуляции, системный подход, художественно-творческую деятельность автора исследования.

Обсуждение. Начавшись с ритуальных живописи, скульптуры и танцев первобытной эпохи, синкретизм искусства с начала становления первых классовых обществ способствовал (в мемориально-монументальной форме) в дальнейшем зарождению «осмысленного» синтеза искусств. В результате эволюции, психика человека обрела дополнительность в форме синестезии (схема 1-2), а метафоричность последней послужила, помимо прочего, основой для синтеза искусств в более поздние эпохи.



Схема 1-2. Философское осмысление этапов отражения действительности посредством сенсорных атрибутов

Архаический синкретизм разрушается в эпоху Итальянского Возрождения в связи с постепенным системным обмирщением искусства и разделением функций архитектуры, скульптуры и живописи [1]. Однако, творческая компонента в комплексе с обновленным содержанием искусства и благодаря открытости системы (искусства) способствовала в эпоху Возрождения (как, собственно, служит и поныне) дальнейшему синтезу пространственно-пластических искусств как осознанного объединения разрозненных элементов в систему отношений по выявленным объективным, то есть онтологическим основаниям.

Заключение. Таким образом, первоначальная «архаическая взаимодополнительность» искусств через разрушение предыдущих структурных связей эволюционировала в эпоху Возрождения в форму новой дополнительности – *«гуманистическую»* и продолжит трансформироваться в «дополнительность *технологическую*» в Новейшее время сообразно меняющейся феноменологии действительности.

Список используемых источников

1. Савостьянова, Ю.А. История искусств. Электронное издание. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. – Том. Часть I. – 71 с. – EDN ZDZHUD

УДК 728.1

Лейченкова А.В., Крылова М.И.

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА В МАГНИТОГОРСКЕ

В ходе анализа было выявлено, что комплексный метод застройки жилых территорий создает значительные преимущества в организации жилой среды, обслуживания населения, осуществления благоустройства и инженерного оснащения территории и всего метода строительства в целом.

В результате исследования выявлены такие современные тенденции в проектировании многофункциональных жилых комплексов, как гибкость и адаптивность, экологическая устойчивость, интеграция технологий, а также социальная и общественная интеграция, кроме того, полицентричность и многообразие функциональных пространств. Эти аспекты становятся особенно актуальными в условиях стремительного роста городского населения и ограничения природных ресурсов. Например, гибкость и адаптивность проектирования позволяют создать пространства, которые могут изменяться в зависимости от нужд жителей и быстро реагировать на изменения в социальной структуре общества.

Общедоступные площади, такие как парки, площади для мероприятий создают пространство для взаимодействия и объединения жителей. Эти элементы способствуют формированию чувства общности и взаимопомощи среди граждан, что особенно важно в условиях растущей мобильности и миграции.

Кроме того, экологическая устойчивость в проектировании многофункциональных комплексов подразумевает использование возобновляемых источников энергии, внедрение систем утилизации отходов и снижение углеродного следа. Поскольку изменение климата становится все более серьезной проблемой, эти аспекты проектирования помогают смягчить негативные последствия для окружающей среды.

Таким образом, многофункциональные жилые комплексы становятся не просто местом для проживания, но и социальными центрами, способствующими развитию устойчивых общественных отношений, а также обеспечивающими адаптацию к вызовам и требованиям современности.

Список используемых источников

1. Иконописцева, О. Г. Современные подходы в проектировании многофункциональных жилых комплексов в выпускных квалификационных работах на архитектурных специальностях / О. Г. Иконописцева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : Материалы Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 03–05 февраля 2016 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2016. – С. 532-538. – EDN VRVTCJ.

2. Богданов, В. М. Современные тенденции проектирования многофункциональных жилых комплексов / В. М. Богданов // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 9(117). – С. 522-532. – EDN QGFPOR.

УДК 725.822

Лейченкова А.В., Склярова С.А.

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ДРАМАТИЧЕСКИЙ ТЕАТР»

Театральные здания являются одними из важнейших объектов культурно-общественной жизни населения городов. Театр, как и иные виды искусства, отражает свое время, человеческую среду, общественную структуру и потребности социума. Театральное искусство обретает собственных ценителей с древних времён.

Проанализировав современную тенденцию можно полагать, что новое поколение тяжелее заинтересовать в культуре, искусстве и творчестве. Главной задачей стало формирование среды для улучшения театра как вида искусства, обеспечение разнообразия театрального предложения, развитие доступности театрального мастерства для различных групп населения, повышение аудитории зрителей.

Для этого в театр помимо драматических представлений будут включены досуговые мероприятия, такие как экскурсии, мастер-классы по театральным работам (режиссура, актёрское мастерство, постановщик, декоратор, театральный танец), закрытые мероприятия по интересам и открытый микрофон.У посетителей разных возрастных групп и социального положения появится возможность проводить свое свободное время в театре не только вечером, но и утром, днем.

Проект состоит из театра и закрытого внутреннего двора. Основное здание будет включать в себя: главный зрительный зал, малый зрительный зал, классы для подготовки актеров, помещения для мастерских, залы для мероприятий, буфет, кабинеты для начальства, технические помещения, складские помещения. Закрытый внутрений двор будет отводится для прогулок и отдыха посетителей, а так же для мероприятий на открытом воздухе.

Чтобы не погибнуть, театр должен являться не просто площадкой для показа театральных представлений, а стать местом реализации досуга посетителей. Он должен научиться подстраиваться к переменчивым потребностям аудитории. Данный проект позволит заинтересовать большую часть населения познавать культуру, искусство и творчество.

Список используемых источников

1. Уникальное здание сложной технологической структуры (театральное здание) : Учебное пособие / С. А. Дектерев, М. В. Винницкий, Д. И. Третьяков, В. Ж. Шуплецов ; ФГБОУ ВПО Уральский государственный архитектурно-художественный университет. – Екатеринбург : Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 2016. – 98 с. – ISBN 978-5-7408-0172-8. – EDN WXZSUV.

2. Макарова, Е. Е. Экспериментальный театральный центр - театральное здание будущего / Е. Е. Макарова, А. В. Анисимов // Архитектура и современные информационные технологии. – 2019. – № 1(46). – С. 160-174. – EDN YYXPED.

УДК 725.85

Лейченкова А.В., Хасанов Р.Р.

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ ГОРНОЛЫЖНОГО КОМПЛЕКСА НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Проанализировав современные тенденции в области зимних видов спорта и туризма на Южном Урале, можно утверждать, что современный горнолыжный комплекс должен включать в себя не только саму горнолыжную трассу и здания для аренды спортивного инвентаря, но и множество сооружений для туризма, это позволит создать пространство для физической активности и отдыха. Сам же Южный Урал обладает уникальным потенциалом для развития горнолыжного туризма, а именно: средняя продолжительность зимнего сезона составляет 5-6 месяцев, высота гор доходит до 1600 метров, непосредственная близость к густозаселенным районам России

Для решения поставленных задач оптимальным вариантом является создание комплекса горнолыжных трасс и зданий с интеграцией летних активностей для работы вне зимнего сезона. В рамках данного проекта, с учетом анализа местоположения, инфраструктуры и экономической ситуации, комплекс повысит туристическую привлекательность Южного Урала.

Сами здания и горнолыжные трассы должны включать в себя: разноуровневые трассы, для новичков, профессионалов и фрирайда, использование современных кресельных и бугельных систем, а также гостиницы, шале, СПА-центры, прокат оборудования, зоны общепита и летний спорт такие как трекинг и велодорожки.

Комплекс станет площадкой для популяризации здорового образа жизни и зимних видов спорта среди местного населения, включая организацию детских секций и соревнований.

На Южном Урале много заповедных зон, поэтому экологическая составляющая проекта должна минимизировать воздействие на них, используя энергосберегающие технологии, минимизация вырубки лесов, искусственное оснежение с низким водопотреблением, соблюдение норм сохранения ландшафтов и биоразнообразия, а также утилизация отходов в соответствии с экологическими нормами Российской Федерации.

Внедрение данного комплекса станет катализатором роста туристического потока, противопоставляя себя курортам Кавказа и Сибири, а также способствует укреплению имиджа Южного Урала как реакционного центра и повышения качества жизни местного населения.

Список используемых источников

1. Солдаткина, В. С. Перспективы развития всесезонных горнолыжных комплексов / В. С. Солдаткина, В. Н. Орлов // Наука, образование и экспериментальное проектирование : тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов, Москва, 03–07 апреля 2023 года. – Москва: Московский архитектурный институт (государственная академия), 2023. – С. 441. – EDN MXLYSI.

2. Кучумов, А. В. Проблемы и перспективы развития горнолыжных комплексов в России / А. В. Кучумов, Я. С. Тестина // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2021. – № 4(58). – С. 85-89. – EDN SXZVIK.

УДК 728.51

Подобреева Е.К. (AuthorID: 522994), **Старых И.А.**

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ БИЗНЕС-ОТЕЛЯ В Г. МАГНИТОГОРСКЕ

Проанализировав современные тенденции в области делового туризма, развития инфраструктуры, улучшения имиджа города как центра деловой активности и экономического роста региона, можно утверждать, что современные бизнес-отели должны включать в себя не только актуальные удобства и технологии, но и тщательно организованный сервис, учитывающий все запросы деловых путешественников. Это позволит создать комфортную и продуктивную атмосферу, способствующую успешным переговорам и эффективной работе, что соответствует современным требованиям к туристическим объектам городской инфраструктуры.

Для решения поставленных задач оптимальным вариантом является создание бизнес-отеля в городе Магнитогорск. В рамках данного проекта, с учетом анализа местоположения и городской инфраструктуры, был составлен список услуг и инфраструктуры отеля: комфортабельные номера различных категорий с рабочими местами и актуальными технологиями, современно оборудованный бизнес-центр, конференц-залы различных размеров с современным аудиовизуальным оборудованием, ресторан, лобби-бар для неформальных встреч и общения, финтес-центр, сауна и SPA услуги, трансфер и экскурсионное обслуживание, включая туры по Магнитогорску и окрестностям, подземный отапливаемый паркинг.

Проект включает в себя одно здание, внешний облик которого соответствует местной архитектуре. Целью проекта является создание современного бизнес-отеля, который станет ключевым элементом гостиничной инфраструктуры города Магнитогорска. Целевыми группами будут являться деловые путешественники, организаторы мероприятий (компании и организации, проводящие бизнес-семинары, тренинги и конференции), туристы.

Список используемых источников

1. Сайбель, Н. Ю. Особенности функционирования бизнес-отелей / Н. Ю. Сайбель, С. С. Коробская // Российская наука: вектор развития : Материалы всероссийского конкурса научных работ, Краснодар, 03 июня 2019 года. – Краснодар: ФГБУ "Российское энергетическое агентство" Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ- филиал ФГБУ "РЭА" Минэнерго России, 2019. – С. 246-251. – EDN LXYCCU.

2. Бобко, А. А. Современные тенденции в сфере деловых путешествий / А. А. Бобко // Управление персоналом, социальными и бизнес-коммуникациями: методы, модели, технологии - 2020 : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 25 марта 2020 года. – Москва: Государственный университет управления, 2020. – С. 67-70. – EDN CBZVZV.

УДК 727

Подобреева Е.К. (AuthorID: 522994), **Телегина Д.М.**

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ «ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА В ЗАМБИИ НА 400 ЧЕЛОВЕК»

В Кашиту живут более 18 000 человек, но здесь есть только начальные школы – всего восемь. Ежегодно их оканчивают около 1 000 учеников, у которых нет возможности продолжить образование в средней школе, расположенной ближе 40 км.

На фоне данной демографической и социальной ситуации возникает потребность в проекте функционального и комфортного здания для учебы детей, учитывающий местные климат и традиции, использующий типичные для Замбии материалы. Проект не только сочетает в себе такие качества, как практичность и экономическая эффективность, но и эстетическая привлекательность. способствовать формированию безопасной и благоприятной атмосферы для детей и преподавателей.

Проект школы вмещает 400 учащихся, распределенных по 5-летней учебной программе. Учащиеся будут получать как академическое, так и практическое образование.

По проекту на территории кампуса располагаются 8 аудиторий для учебных целей, 3 лабораторных кабинета, здания для практических занятий, в которых будут помещения для обучения сельскому хозяйству, кулинарии, пошиву одежды и металлообработке. А так же пансионы для студентов (общежития, обеспечивающие раздельное проживание мальчиков и девочек, включая сопутствующие удобства) школьная кухня со столовой, учительские кабинеты, конференц-зал , лазарет с кабинетом врача, здание сторожа со стойкой регистрации, учебное отделение по сбору меда и пчеловодству, многофункциональный актовый зал с открытой площадкой для собраний, парковка для автомобилей, зоны отдыха для студентов (парки со скамейками, площадки для баскетбола и футбола, тренажерный зал на открытом воздухе.)

На участке средней школы уже построены три здания. Во-первых, это столярная мастерская, которая будет использоваться в качестве базы для строительства других зданий. Во-вторых, это жилой дом для сторожей средней школы. Третье здание - это расположенный неподалеку детский сад, построенный более 10 лет назад, где осуществляется дошкольное образование.

Список используемых источников

1. Нгонга, Б. Географическое образование в Замбии / Б. Нгонга, А. М. Луговской // Школа-вуз: современные формы взаимодействия в сфере эколого-географического образования : Сборник статей III межрегионального научно-методического семинара для педагогов, Воронеж, 07 ноября 2020 года. Том ВЫПУСК 3. – Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2021. – С. 224-228. – EDN ILFHID.

2. Романюк, Е. С. Система образования в разных странах мира / Е. С. Романюк, О. А. Михайлушкина ; ВолгГТУ. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2021. – 96 с. – ISBN 978-5-9948-4207-2. – EDN QXFIPL.

УДК 727.12

Подобреева Е.К. (AuthorID: 522994), **Манашенкова В.А.**

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ «СПОРТИВНАЯ ШКОЛА-ИНТЕРНАТ ОЛИМПИЙСКОГО РЕЗЕРВА»

Спортивная школа-интернат играет ключевую роль в системе подготовки высококвалифицированных спортсменов и формировании спортивного резерва для национальных команд. Эти учреждения предоставляют уникальные условия для совместного обучения и тренировок, что позволяет молодым спортсменам максимально развивать свои физические способности и навыки. Спортивная школа-интернат должна обеспечить качественный тренировочный процесс, не только педагогическим составом, но и грамотно спроектированным физическим пространством обучающихся.

Архитектурное проектирование спортивных школ-интернатов олимпийского резерва должно учитывать не только спортивные и учебные функции, но и создание комфортной среды для проживания, отдыха и восстановления юных атлетов. Оптимальным вариантом для такой школы является интеграция тренировочных объектов и образовательных пространств. С учетом анализа популярных олимпийских видов спорта был составлен список:

1. Летние виды спорта (Гимнастика, легкая атлетика, волейбол, теннис, плавание)
2. Зимние виды спорта (Фигурное катание, хоккей, биатлон, лыжный спорт)

Проект включает в себя пять зданий. Главным зданием является учебный корпус с аудиториями, столовой, актовым залом и кабинетами учителей. Интернат обеспечивающий комфортное, раздельное проживание для мальчиков, девочек и их педагогов. Корпус со спортивными залами для занятия волейболом, теннисом, гимнастикой и легкой атлетикой. Корпус с плавательным бассейном. Ледовая арена с сухими залами. Так же на территории школы располагается лыжная трасса и стадион для легкой атлетики.

Важным аспектом является создание многофункциональных пространств, которые могут использоваться как для учебного процесса, так и для различных спортивных мероприятий. Архитектурные решения в спортивных школах-интернатах олимпийского резерва играют критически важную роль в создании комфортной и функциональной среды для подготовки молодых спортсменов, что, в свою очередь, влияет на их результаты и общее развитие.

Список используемых источников

1. Находкин, В. В. Психологическая составляющая спортивной подготовки юных спортсменов / В. В. Находкин // Сборник научных трудов SWorld. – 2012. – Т. 34, № 3. – С. 73-75. – EDN PDHPDB.
2. Казуров, М. А. Взаимосвязь архитектурного формирования спортивных сооружений и тенденций развития современного спорта / М. А. Казуров, Т. А. Пашкова // Аллея науки. – 2018. – Т. 1, № 4(20). – С. 901-905. – EDN XOHOCL.

УДК 72.007

Савостьянова Ю.А. (AuthorID: 772388), **Полозков Е.Д**. (студент),
Копылов К.С.

ВЛИЯНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ К. МЕЛЬНИКОВА НА СОВРЕМЕННУЮ АРХИТЕКТУРУ

Константин Мельников (1890–1974) выдающийся советский архитектор, творческий метод которого продолжает вдохновлять современных архитекторов всего мира и сегодня. Такие его работы, как Дом Мельникова и Клуб им. Русакова в Москве, стали эталонами инноваций, сочетающими функциональность, смелые формы и пространственные эксперименты [2].

К. Мельников отверг традиционные принципы и создал здания, которые удивляли своей оригинальностью. Например, его личный дом в Москве, состоящий из двух пересекающихся цилиндров, представляет собой уникальный подход к организации архитектурного пространства [3]. Подобные решения предвосхитили нынешние современные тенденции в архитектуре, в которой сложные геометрические формы и динамичные объемы стали нормой.

Ключевая роль К. Мельникова в отечественной архитектуре XX в. очевидна. В своих проектах клубов он делал ставку на трансформируемые пространства, которые позволяли адаптировать здания под различные нужды. Эта идея гибкости и универсальности сейчас активно применяется при проектировании общественной архитектуры, такой как культурные центры и офисные здания.

Архитектор также экспериментировал с материалами, используя железобетон и стекло для создания легких, светлых конструкций [1]. Его подход, сочетающий эстетику и технологии, нашел отражение в современной архитектуре, где стеклянные фасады и открытые пространства стали фирменными знаками.

Влияние Мельникова вышло за пределы России. Его работы изучаются в архитектурных школах по всему миру, а такие мастера, как Заха Хадид и Рем Колхас, признавая его вклад в развитие современного архитектурного языка, вдохновлялись его проектами.

Наследие архитектора – напоминание о важности творческого поиска и индивидуальных достижений в архитектуре. Его идеи продолжают существовать и творчески питать новые поколения архитекторов на создание смелых и функциональных произведений.

Список используемых источников

1. Константин Степанович Мельников: Архитектура моей жизни. Творческая концепция. Творческая практика / Составление и примечания А. А. Стригалева и И. В. Коккинаки; Предисловие доктора архитектуры А. В. Иконникова; Вступительная статья А. А. Стригалева. — Москва : Искусство, 1985. — 311 с., 48 л. ил., 1 л. портр. — (Мир художника).

2. Ульчицкий, О. А. Влияние московских архитекторов на проекты рабочих клубов Магнитогорска / О. А. Ульчицкий // Пространство ВХУТЕМАС в мировой культуре XX-XXI веков : международная научная конференция, Москва, 09–15 ноября 2020 года. – Москва: МАРХИ, 2020. – С. 440-444. – EDN IQPYJM.

3. Хан-Магомедов С. О. Константин Мельников / С. О. Хан-Магомедов. — Москва : Архитектура-С, 2006. — 295, [1] с. ил., цв. ил., факс., портр.; 30. — (Мастера архитектуры); ISBN 5-9647-0095-0.

УДК 72.036

Савостьянова Ю.А. (AuthorID: 772388), **Прохорова А.К.**

КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТА СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЕ РАССЕЛЕНИЕ ПРИ ММК БРИГАДЫ ОСА ПОД РУКОВОДСТВОМ И.И. ЛЕОНИДОВА

Архитектурная застройка города Магнитогорска начинается в 1930-е годы, выступая своего рода как экспериментальная площадка реализации теоретических идей строительства коммунизма в Советской России [2]. Ранее в 1929 г. управление магнитогорского строительства объявило конкурс на разработку проекта города, в нем принимали участие как советские, так и иностранные архитекторы, и было представлено 16 проектов. Одним из проектов был проект группы ОСА (Объединение советских архитекторов) под руководством И.И. Леонидова.

И.И. Леонидов (1902-1959) выдающийся архитектор, представитель конструктивизма и функционализма, архитектурное творчество которого не было по достоинству оценено официальной советской властью, но оказавшее большое влияние на зарубежную архитектуру как XX века, так и современности.

В представленных конкурсных проектах уделялось внимание застройке левобережной части города и одним из главных критериев являлось обеспечение тружеников ММК равными социалистическими потребностями. Стоит отметить, что уже тогда на левом берегу рядом со зданием заводоуправления, заводской лабораторией соседствовал звуковой кинотеатров «Магнит» и здание цирка [1].

Проект Леонидова был выполнен в русле концепции «линейного города». Этой идее в то время были увлечены многие зарубежные архитекторы – А. Сория и Мате, Ле Корбюзье и др. Суть проекта была освещена в статье журнала «Современная архитектура» №3 от 1930 г.: «Город располагается между промышленным комбинатом и гигантом-совхозом. Жилые дома, построенные из стекла и дерева, размещены в шахматном порядке, тянутся на протяжении 25 к в виде прямой линии. Здания общественного порядка, стадиона, спортивной площадки, а также парки, зоологические и ботанические сады располагаются по обе стороны жилья на всем протяжении города. По периферии вдоль города идут грузовые и пассажирские магистрали».

Проект, хоть и был признан заслуживающим внимания, но не был реализован, Главными причинами были названы утопичность и несоответствие требованиям реального строительства.

Список используемых источников

1. Веремей, О. М. История проектирования и строительства Магнитогорского цирка / О. М. Веремей, В. М. Емельянова // 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. 374. – EDN JGLHCB.

2. Федосихин, В. С. Социалистический Магнитогорск 1934-1945 гг / В. С. Федосихин, Е. К. Казанева, Д. Д. Хисматуллина // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2013. – № 31-1(50). – С. 305-309. – EDN RDPBZD.

УДК 75.049

Савостьянова Ю.А. (AuthorID: 772388)

ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ЛЕТОПИСЬ ММК В ТВОРЧЕСТВЕ МАГНИТОГОРСКИХ ХУДОЖНИКОВ

Индустриальная тематика, как новое направления в советском искусстве 1930 годов, стала ведущей в творчестве отечественных художников. На Магнитострой в этот период приезжали бригады столичных художников – Ф. Модоров, Н. Аввакумов, Д. Топорков, Я. Титов, В. Андреев, А. Блинов и др. Среди художников, которые приехали в Магнитку и остались на всю жизнь, стоит отметить Г.Я. Соловьева, творчество которого многие годы было связано с ММК.

Сообщество магнитогорских художников в 1930-е годы было небольшим и их творчество развивалось в духе исторического оптимизма, который соответствовал требованиям советского социального заказа, принятый восхвалять величие трудовых свершений [1]. Именно виды ММК и образы рабочих комбината стали основной тематикой их произведений.

В годы Великой отечественной войны в творческой жизни города происходит некоторое затишье, но уже в начале 1950-х г. в Магнитогорск приезжают молодые профессиональные художники – М. Любельский, а в 1957 г. Ф. Разин и Э. Борисенко. Их творчество станет заметным явлением в культурной жизни города, а главной темой произведений вновь станет ММК и передовики производства [2].

В 1960-х г. художественная жизнь города значительно активизируется, это связано с открытием в 1966 г. в МГПИ художественно-графического отделения при педагогическом факультете (с 1969 г. ХГФ). В город приезжают профессиональные художники-педагоги: Л. Цехла, Л. Поскребышев, В, Захаров-Холмский, И. Сорока, А. Аверин, К Черепанов, помимо педагогической работы они много работают творчески и главной темой их произведений также становится ММК.

Художники Магнитки до 1990-х годов в своем творчестве неоднократно обращались к производственной теме, работая на строительных площадках и в цехах комбината, но в перестроечный период эта традиция прервалась. Отрадно, что спустя десятилетия вновь возобновилось сотрудничество ММК и Магнитогорского отделения союза художников России, создав новый проект «ММК глазами художников», в котором принимают участие как заслуженные и известные мастера, так и начинающие художники. Художественная летопись трудовой Магнитки продолжается.

Список используемых источников

1. Деменев, Д. Н. Искусство как инструмент патриотического воспитания / Д. Н. Деменев // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы 80-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 18–22 апреля 2022 года. Том 1. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. – С. 557. – EDN NEBYTA.

2. Савостьянова, Ю. А. Теоретическая основа и структура рабочей программы дисциплины "Региональное изобразительное искусство Урала" / Ю. А. Савостьянова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2020. – Т. 11, № 2. – С. 25-28. – EDN TMWCFM.

УДК 711.5+628.4

Ульчицкий О.А. (AuthorID: 492873), **Балякина А.А.**

ДИЗАЙН-КОНЦЕПЦИЯ ЭКО-ПУНКТА НА ТЕРРИТОРИИ ВНУТРИКВАРТАЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ТБО

В результате исследования было выявлено современное состояние внутриквартальных площадок ТБО г. Магнитогорска, которое не соответствует поставленным задачам в благоустройстве и устойчивом развитии городской среды. К юбилею города, необходимо принять стратегические меры в отношении облагораживания внутриквартальных территорий, в частности обратить внимание на контейнерные площадки, которые совмещают функции технологического оборудования, и малых архитектурных форм.

В сущности, площадка ТБО предназначена для сбора и сортировки вторичных материалов, таких как пластик, металл, стекло, бытовые приборы, аккумуляторы, электроника, бумага, картон, текстиль, органика и другие более сложные в сортировке бытовые отходы.



Было принято решение креативного подхода к организации сбора и сортировки ТБО. Предложен проект эко-пункта, своего рода, мусороперерабатывающий комплекс (МПК) [1], который способствует вовлечению населения микрорайона в процесс утилизации бытового мусора, так же одной из главных задач в проектной концепции – упрощение процесса утилизации отходов и соучастие жителя в процесс «рециклинга» бытовых отходов. Современный внешний вид делает площадку привлекательной для населения, а игровой процесс утилизации мусора создает аттрактивный эффект, в процессе «рециклинга». Зеленые акценты и природные материалы подчеркивают экологическую направленность сооружения.

Список используемых источников

Супранович В.М. Принципы формирования архитектурно-художественного облика зданий мусоросортировочных станций в контексте городской среды / В.М. Супранович, А.Д. Сафронова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 12. С. 75–85. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-12-75-85.

УДК 711.5+628.4

Ульчицкий О.А. (AuthorID: 492873), **Кремлёва А.А.**

КОНЦЕПЦИЯ СОВРЕМЕННОЙ ПЛОЩАДКИ ТБО В СТРУКТУРЕ ЖИЛОГО МИКРОРАЙОНА ГОРОДА

Принципы формирования мусоросортировочных станций (МСС) и площадок утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) в городской среде, затрагивает актуальную проблему сортировки и переработки мусора в крупных городах. Основное внимание уделено архитектурному формообразованию МСС и площадок ТБО, их интеграции в структуру жилого микрорайона и взаимодействию с окружающей застройкой [1].

Актуальность темы связана с эстетическими качествами и применением современных технологий в проектировании площадок ТБО МСС в структуре жилых микрорайонов города. В настоящее время облик данных сооружений не соответствует эстетическим требованиям современной городской среды, а технологии сбора и переработки мусора устарели.



В результате проектно-исследовательских работ в рамках учебного процесса были разработаны проектные предложения ряда современных площадок ТБО и МСС в микрорайонах г. Магнитогорска.

В качестве примера рассмотрим проект переоборудования имеющейся площадки ТБО в 136 микрорайоне г. Магнитогорска. В проекте площадка ТБО разделена на три секции: для крупногабаритного мусора, контейнеров я сортируемого мусора, и контейнеров для прочих не сортируемых отходов. При разработке учитывался минимальный контакт с мусорным баком. Преимуществом данной площадки ТБО является система вертикального мусоросброса, а также использование пневматических подземных труб, через которые отходы с помощью высокого давления будут собираться в микрорайонную МСС.

Список используемых источников

1. Ульчицкий О.А. Проект станции ТБО в 145-м микрорайоне г. Магнитогорска / О.А. Ульчицкий, В. Манашенкова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 82-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2024. Т.1. С. 376.

УДК 725.515

Ульчицкий О.А. (AuthorID: 492873), **Чеха Е.Е.**

АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ НОВОГО КОРПУСА САНАТОРИЯ «МЕТАЛЛУРГ» В ЕССЕНТУКАХ

Дизайн-концепция проекта основана на интеграции функциональных, эстетических и экологических аспектов, обеспечивая создание комфортной и оздоровительной среды для отдыхающих. Проектирование ведется с учетом климатических условий региона, специфики санаторно-курортного лечения и современных строительных технологий.

Для размещения здания выбран северо-западный участок территории санатория, свободный от капитальных строений и инженерных сетей. Часть существующего участка занята зелеными насаждениями, волейбольной площадкой и теннисным кортом. Участок граничит с автостоянкой и хозяйственной зоной санатория.

Проектом предусматривается здание в пять этажей, включающий в себя: номерной фонд различной категории комфортности, общие зоны отдыха, административные и технические службы. Особое внимание уделяется эргономике и доступности для людей с ограниченными физическими возможностями. Объем здания визуально и функционально разбит на 3 части. Коммуникации между этажами осуществляются с помощью лестниц и лифтов.

Ярко выраженная индивидуальность достигнута богатым разнообразием архитектурных приемов оформления фасадов. Применяются современные архитектурные приемы, обеспечивающие оптимальное соотношение объема к площади здания.

Интерьеры помещений проектируются с учетом лечебно-оздоровительного назначения санатория и призваны создавать спокойную и расслабляющую атмосферу. Используются мягкие цветовые гаммы, натуральные материалы и эргономичная мебель.

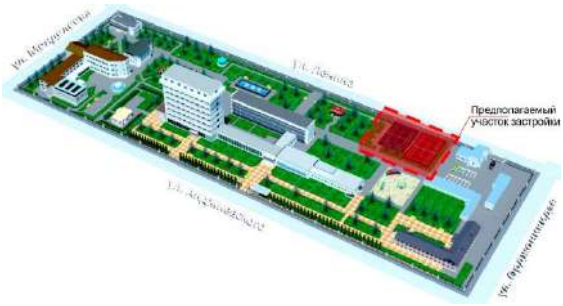


Схема территории санатория “Металлург” в Ессентуках с участком для новой застройки [1].

Список используемых источников

1. URL: https://sun-kmw.ru/sanatorii/essentuki/sanatoriy-metallurg.

УДК 727.8

Хисматуллина Д.Д. (AuthorID: 659186), **Загидуллина Р.Р.**

БИБЛИОТЕКА С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ

Современный мир характеризуется стремительным развитием и глобализацией, но одновременно возрастает важность национальной безопасности. Это отражает противоречие: стремление к объединению ресурсов и опыта при одновременном опасении наций потерять свою индивидуальность и самобытность. Данное противоречие влияет на государственную политику и развитие социальных институтов, включая библиотеки. Библиотеки стремятся к новому, одновременно бережно сохраняя культурное наследие, накопленное веками.[1]

Они органически входят во все области и все этапы человеческой жизни - детство, школу, профессиональное обучение, производство, науку, досуг. Они вездесущи, постоянны, общедоступны. Они бережно собирают, хранят и предоставляют произведения письменности, аудиовизуальные и электронные материалы миллионам читателей. Это своего рода информационная модель национальной культуры каждого народа.[1]

Современная библиотека способна трансформироваться из хранилища информации в динамичный образовательный комплекс, интегрирующий различные сферы знания и творчества, способствуя личностному росту и формированию сообщества. Расширение функционала библиотеки за счет внедрения новых форматов (ночная библиотека, природные зоны отдыха) позволит максимально эффективно удовлетворить информационные и социальные потребности современного человека.

Библиотека — основа образования: традиционная роль книги как источника знаний обуславливает потенциал библиотеки в качестве образовательной платформы. Чтение способствует не только усвоению информации, но и развитию личности.

Этот социальный институт важен и как пространство для саморазвития: современные библиотеки сохраняют свою актуальность, предоставляя возможность для интеллектуальной работы и самообразования. Визуальное восприятие текста при чтении активизирует когнитивные процессы и способствует запоминанию.

Многофункциональность библиотек проявляется и в том, что они могут выступать не только как место для чтения, но и как центр социальной активности, объединяя людей с общими интересами.

Инновационные форматы, например, концепция ночной библиотеки, отвечают потребностям людей, испытывающих творческий подъем в ночное время. Интеграция с природой создаёт комфортную среду для различных видов деятельности — от чтения до общения.

Список используемых источников

1. Матвеева Е. А. Роль библиотеки в современном обществе, ее вклад в сохранение национальной культуры. Омский государственный технический университет. / Научная статья по специальности «СМИ (медиа) и массовые коммуникации» / Журнал «Омский научный вестник»

УДК 725.85

Хисматуллина Д.Д. (AuthorID:659186), **Зубарев А.А.**

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА

Проанализировав современные тенденции в области озеленения городской среды, экологии, туризма и актуального образа жизни, можно утверждать, что современные спортивные комплексы должны включать в себя не только помещения для тренировок различного уровня — от секционных занятий до олимпийских соревнований, но и тщательно продуманные территории с богатым озеленением и комфортными зонами для досуга и развлечений. Это позволит создать гармоничное пространство, способствующее как физической активности, так и отдыху, что соответствует современным требованиям к многофункциональным объектам в городской инфраструктуре.

Для решения поставленных задач оптимальным вариантом является создание комплекса зданий с частично совмещёнными спортивными зонами и отдельными зданиями, предназначенными для конкретных видов спорта. В рамках данного проекта, с учетом анализа местоположения и городской инфраструктуры, был составлен список видов спорта, актуальных для данной городской среды: футбол, бокс, баскетбол, волейбол и теннис.

Проект включает четыре здания. Главный тренировочный центр представляет собой футбольную арену, вмещающую до 5000 человек, предназначенную для проведения тренировок и мероприятий. Административный корпус обеспечивает эффективное функционирование комплекса и комфортное использование услуг для жителей города. Малый тренировочный корпус включает зоны для занятий баскетболом и волейболом, в то время как второй малый корпус предназначен для тренировок по теннису и боксу.

Такое разделение спортивных зон и совмещение видов спорта по зданиям позволяет более эффективно и комфортно организовывать мероприятия, снижать нагрузку на транспортную систему и оптимизировать потоки людей внутри комплекса. Кроме того, разнообразие доступных спортивных направлений способствует повышению интереса и вовлеченности молодежи в занятия спортом.

Список используемых источников

1. Субботин, О. С. Основные принципы целенаправленного формирования многофункциональных спортивных комплексов / О. С. Субботин, П. А. Моргачев // Современные векторы развития науки : Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2023 год, Краснодар, 06 февраля 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 139-141. – EDN YSCDTZ.

2. Актуальные проблемы физической культуры, спорта и здорового образа жизни на современном этапе : Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 26 марта 2020 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный лингвистический университет им. Н.А. Добролюбова, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2020. – 143 с. – EDN JXUGIF.

УДК 726.5

Хисматуллина Д.Д. (AuthorID: 659186), **Михайлов П.Е.**

СОВРЕМЕННЫЙ ХРАМОВЫЙ КОМПЛЕКС

Храмовое зодчество является одним из важнейший направлений в архитектуре народов мира. Архитектура, удовлетворяя духовные потребности человека, создаёт сооружения, в которых в качестве функционально-планировочной основы выступает религиозная картина мира, религиозные ценности.

Православный Храм — ценнейшее достояние тысячелетней православной культуры. Прежде всего, Храм составляет мистическое пространство сущностного бытия православного человека. Этот сакральный объект открывается в своей сокровенной полноте только верующему человеку.

Моей целью является не только создание проекта православного храма, вписывающегося в современные тенденции архитектуры России, но и проведение глубокого анализа канонов, тематической литературы, которая поможет мне создать храмовый комплекс, соответствующий канонам православной архитектуры, и, в то же время, привносящий в храмовую архитектуру элементы новейших стилевых направлений.

Для систематического анализа положения современной храмовой архитектуры в своей работе я буду использовать разработанную ранее командой воркшопа «Алтари неизведанного» (в состав которой я входил) методологию. Эта методология позволяет систематически выделить основные черты того или иного направления в искусстве, архитектуре или дизайне, для создания алгоритма, способного значительно расширить образность восприятия темы сакральной архитектуры и выделить определённые, ранее не замеченные, элементы с целью их переосмысления и использования в основном проекте. Она позволяет рассмотреть тему сакральной архитектуры с нового аспекта.

Говоря об этом подходе, я имею ввиду использование новейших инструментов для формирования альтернативного взгляда на создание архитектурного образа. Новейшим инструментом в настоящее время являются нейросети. В процессе работы с этим инструментом, я сделал вывод, что, в сущности, нейросети не способны создать что-либо действительно новое — они опираются на уже существующий опыт человека, комбинируя и трансформируя его. Но нейросети, тем не менее, отлично справляются с синтезом элементов, причем, затрачивая на это многократно меньшее количество времени, чем человек. Продуктом в данном случае выступает образность, наглядность.

Современные технологии действительно позволяют осуществлять такие архитектурные проекты, которые ранее было сложно даже вообразить. Храмовое зодчество, в свою очередь, традиционно позиционируется как более консервативная ячейка архитектуры. Нахождение качественного баланса между тенденциями и канонами является одной из моих основных задач.

Список используемых источников

1. Барышников, Ю. Г. Архитектура и религия: учебное пособие / Ю. Г. Барышников. — Магнитогорск: Издательский центр ГОУ ВПО "МГТУ", 2009.

2. Верховых, Е. Ю. Канон в архитектуре православного храма / Е. Ю. Верховых. — Академический вестник УралНИИПРОЕКТ РААСН, 2010.

УДК 725.85

Часовитина П.А., Тетянюк А.И.

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ КРЫТОГО ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКОГО МАНЕЖА

В современных условиях развития спорта, а именно в области легкой атлетики, можно утверждать, что имеется недостаток инфраструктуры для тренировок в зимний период. Это обстоятельство напрямую влияет на подготовку спортсменов и людей ведущих активный образ жизни, особенно в регионах с суровыми климатическими условиями, где зимой значительно затруднены занятия спортом на открытых стадионах. Такие неблагоприятные условия влекут за собой не только проблемы с физической подготовкой, но и более широкий спектр негативных последствий, включая уменьшение тренировочных часов, а также самочувствие и здоровье человека.

Решением поставленной задачи, будет являться создание многофункционального крытого легкоатлетического манежа, который будет отвечать современным стандартам и нуждам спортсменов различного уровня. Проектирование манежа направленно на повышение доступности и привлекательности лёгкой атлетики как для профессиональных спортсменов, так и для любителей. Это предполагает включение в проект различных тренировочных и соревновательных помещений, а также дополнительных сервисов, таких как зрительное пространство для зрителей с хорошей видимостью, раздевалки, места для хранения инвентаря для проведения тренировок, зоны для разминки, медицинские кабинеты.

Также проект включает в себя несколько многофункциональных секторов, которые будут использоваться для прыжков в длину, высоту, толкание ядра, а также для спринтерских забегов.

Таким образом, создание крытого легкоатлетического манежа представляет собой комплексное решение проблемы отсутствия специализированных спортивных объектов в регионе. Он направлен на развитие и улучшение спортивной инфраструктуры и повышению интереса молодёжи к лёгкой атлетике как к виду спорта.

Список используемых источников

1. Бадалова, И. Роль физического воспитания и спорта в современной жизни / И. Бадалова // Концепция "Общества знаний" в современной науке : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Самара, 29 ноября 2024 года. – Стерлитамак: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2024. – С. 33-36. – EDN STDWKP.

2. Патент № 2507357 C1 Российская Федерация, МПК E04H 3/12. крытый стадион : № 2012127740/03 : заявл. 04.07.2012 : опубл. 20.02.2014 / С. Х. Шогенов. – EDN JKNSWH.

3. Ломакина, М. И. анализ современных конструктивных особенностей спортивной архитектуры / М. И. Ломакина // Межвузовский сборник статей лауреатов конкурсов : Сборник статей / Редколлегия: В.Н. Бобылев [и др.]. Том Выпуск 22. – Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. – С. 154-158. – EDN IPSHHZ.

УДК 725.91

Часовитина П.А., Тарасова А. К.

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ «ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР С ХУДОЖЕСТВЕННЫМИ МАСТЕРСКИМИ В ГОРОДЕ МАГНИТОГОРСКЕ»

В настоящее время в городе Магнитогорске существует проблема отсутствия единого выставочного пространства. В центре города расположена единственная картинная галерея, которая не соответствует современным тенденциям проектирования выставочных центров. С каждым годом спрос на культурные мероприятия, мастер классы, арт-терапии растет. Но в силу отсутствия необходимого пространства, проведение данных мероприятий становится проблематичным.

Для решения данной проблемы оптимальным вариантом является создание крупного центра с выставочным пространством и достаточным количеством помещений для работы художников и скульпторов и проведения мастер-классов. Также здание будет включать в себя: зону отдыха и кафе, складские помещения, административные помещения: офисы, конференц-зал, архив. В проектировании данного центра будет уделено особое внимание единой функциональности, выразительности архитектуры, планировочной и конструктивной целостности.

Хорошо продуманное планировочное решение будет способствовать комфортному пребыванию посетителей и продуктивной работе специалистов. Современное оборудование даст возможность проводить интерактивные выставки и создавать новые концепции выставок. А внешний облик станет украшением городской среды.

Такой выставочный центр обеспечит популяризацию искусства, приобщение к нему подрастающего поколения и культурное развитие в целом. А также поддержку местного художественного сообщества и стимулирование экономического роста через привлечение туристов и посетителей. В здании будут предусмотрены помещения, в которых художники и скульпторы города Магнитогорска смогут осуществлять продажу своих произведений, что сделает выставочный центр визитной карточкой города для гостей и туристов

Список используемых источников

1. Павлова, А. Г. Современные тенденции проектирования выставочных центров / А. Г. Павлова // Избранные доклады 65-й Юбилейной университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых: Сборник докладов, Томск, 25 апреля 2019 года.– Томск: Томский государственный архитектурно строительный университет, 2019.– С. 564-567.– EDN DVJKUP.

2. Павлова, А. В. Особенности формирования современных выставочных центров / А. В. Павлова // Актуальные вопросы современной науки и практики : Сборник научных статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции, Уфа, 20 декабря 2024 года.– Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2024.– С. 138-143.– EDN ASJAOM

УДК 728.54

Часовитина П.А., Мамонова П.А.

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ «САНАТОРНО-КУРОРТНЫЙ КОМПЛЕКС В ГОРОДЕ БЕЛОРЕЦКЕ»

Проанализировав загородную территорию города Белорецка, было выявлено, что при наличии горнолыжного комплекса «Мраткино», горы Ямантау и реки Белой в этих районах отсутствуют базы отдыха, жилые комплексы или отели для туристов, которые по проведенному лично мною опросу приезжают со всех регионов России, чтобы посетить эти места. Так же хочется отметить, что спрос на данную территорию не сезонный, а круглогодичный, поскольку в зимний период преобладают горнолыжные виды спорта, а в летний, осенний и весенние периоды популярность имеет сплавление по реке или скалолазание. Оборудование санаторно-курортного комплекса позволит туристам с комфортом посещать данные места, а также благоприятно скажется на развитии города Белорецка

Для решения поставленных задач оптимальным вариантом является создание комплекса жилых зданий, а также отдельных зданий для питания, досуговых центров, зданий с прокатом необходимого оборудования, спортивных залов и отдельных корпусов с оздоровительными программами, боксов для хранения и обслуживания служебной техники, которые будут объединены в единый санаторно-курортный комплекс со своей территорией, прогулочными зонами и зонами отдыха. В рамках данного проекта, с учетом анализа местоположения и городской инфраструктуры, был составлен список видов спорта и досуга, актуальных для данной среды: горные лыжи, сноубординг, сплавление по реке, скалолазание, снокросс, верховая езда и квадрокросс.

Проект включает шестнадцать зданий. Основной зоной является четыре жилых корпуса для размещения посетителей. Административный корпус обеспечивает эффективное функционирование комплекса и комфортное использование услуг для отдыхающих. Корпус столовая для пропитания гостей. Два бокса для хранения и обслуживания техники. Корпус для проживания персонала. Шесть коттеджей для отдыхающих семей с личной кухней и территорией. Оздоровительный корпус для проведения процедур, включающий в себя SPA комплекс.

Такое разделение жилых зон позволяет более эффективно и комфортно организовывать досуг, оптимизирует потоки людей внутри комплекса. Кроме того, разнообразие тарифов комплекса позволит привлечь туристов разны социальных статусов.

Список используемых источников

1. Коваленко Л.В. Перспективы развития внутреннего туризма в Российской Федерации / Л.В. Коваленко, О.В. Ломакина // Вестник академии знаний. - 2020. - №40(5). - С. 161-165.

2. Ветитнев А. М., Войнова Я. А. Организация санаторно-курортной деятельности. М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. 272 с. EDN: UDGNJD

УДК 72.01

Уморина Ж.Э. (AuthorID: 997693), **Полякова Н.А.**

ИСТОРИЯ И ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КОНСТРУКТИВИЗМА

Конструктивизм — это художественный и архитектурный стиль, возникший в России в начале 20 века, который стал ответом на социальные и культурные изменения, произошедшие после Октябрьской революции 1917 года. Он стал важной частью авангардного движения и оказал значительное влияние на архитектуру и дизайн в мире. Октябрьская революция привела к разрушению старых социальных структур и возникновению новых идеалов, основанных на коллективизме, социализме и утопическом представлении о будущем. Это создало потребность в новом языке искусства и архитектуры, который мог бы выразить эти идеи. Архитектурные стили всегда были отражением социальных, экономических и культурных изменений в обществе. Протоконструктивизм, конструктивизм и постконструктивизм представляют собой последовательные этапы в развитии архитектурного языка, где каждый из них вносит свой вклад в формирование современного архитектурного мышления. Протоконструктивизм представляет собой уникальный период в истории архитектуры, который возник в России в начале 20 века[1]. Этот стиль стал важным этапом на пути к конструктивизму, формируя новые подходы к архитектурному проектированию и отражая социальные и культурные изменения, происходившие в обществе. В данной статье мы рассмотрим основные характеристики протоконструктивизма, его исторический контекст, ключевых представителей и влияние на дальнейшее развитие архитектурного языка. Применение новых строительных материалов, таких как сталь и бетон, позволило архитекторам реализовать смелые проекты, которые ранее были невозможны. Это способствовало созданию пространств, отвечающих новым требованиям общества. Конструктивизм стал важным этапом в развитии архитектуры и искусства 20 века. Он появился как ответ на социальные изменения, влияние модернизма и технологические достижения. Этот стиль стал символом новой эпохи, стремящейся к созданию общества, основанного на равенстве и прогрессе. Постконструктивизм, как архитектурное направление, возникло в ответ на вызовы, стоящие перед конструктивизмом и современными архитектурными практиками. Постконструктивизм стремится к созданию архитектуры, которая гармонично вписывается в окружающий контекст. Это может проявляться как в выборе материалов, так и в форме зданий, которые должны отражать культурные и исторические особенности места. К концу 1930-х годов конструктивизм начал терять популярность из-за перехода к более традиционным и классическим стилям в искусстве и архитектуре, связанным с сталинизмом. Тем не менее, идеи конструктивизма продолжали оказывать влияние на последующие художественные движения и остаются актуальными в современном дизайне и архитектуре. Анализ протоконструктивизма, конструктивизма и постконструктивизма позволяет глубже понять эволюцию философских и методологических подходов в области социальных наук и гуманитарных дисциплин. Изучение объектов в стиле конструктивизма, студентами архитектурных вузов, дает возможность осуществить анализ территории для создания новых проектов рядом с этими историческими зданиями.

Список используемых источников

1. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Учебник для вузов. В 5-ти т./Моск. Инж.-строит. ин-т им. В.В. Куйбышева; под общ. ред. В.М. Предтеченского.-М.: Стройиздат, 1975 – Т. I. Гуляницкий Н.Ф. История архитектуры. 2-е изд., перераб. 1978. 255 с.

УДК 72.01

Титов А.Л. (AuthorID: 1009669)

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ПЕШЕХОДНЫХ ПРОСТРАНСТВ ГОРОДА НА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ДЕЙСТВИЯ ПЕШЕХОДОВ

Сегодня, подход к организации городских пешеходных пространств, проходит новую фазу развития, появился целый ряд новых решений и технологических возможностей. Создаются новые пешеходные систем в городском пространстве, в структуре торгово-развлекательных и культурных центров, новых жилых комплексов, все это добавляет дополнительные акценты в принципы организации пешеходных пространств существующие с середины XX века. В открытых, крытых, многоярусных пространствах применяются новые технологичные решения и архитектурные концепции. Возникают крупные единицы, которые можно назвать «город в городе», в которых, находится большое количество людей с множеством маршрутов передвижения. При проектировании сложных городских структур, необходимо учитывать особенности поведения пешеходов. Необходим анализ, который учитывает два основных момента, особенности восприятия человека в городском пространстве и средовое поведение [1].

В обозначенном контексте архитектурное пространство понимается как структура, состоящая из «геометрических» единиц (площадка, стенка, угол, ниша, узел), формирующих пространства для пребывания и деятельности человека [2]. Целевые установки и время пребывания пешехода связаны как с причинами нахождения в данном месте, так и с типом личности [3]. Анализ этих особенностей позволяет более точно строить поведенческий сценарий для нового пешеходного пространства.

Нередко, достаточно сильно меняется зонирование пространства улицы, так места где люди находились нецеленаправленно, просто проводили время, смещаются в другую часть улицы, а зоны транзитного движения смещаются к линии фасадов прилегающих зданий, а зоны смешанных форм пов78 имеет две основные сюжетные линии: в первой из которых, архитектурное окружение является руслом для пути, целевого действия пешеходов, а во второй, архитектура раскрывается как объект с историческим, художественный и знаковый смыслом. Сохранение всех основных функций архитектурного пространства, в современном крупном городе, является ключевой задачей для архитектора, стремящегося к созданию гармоничной городской среды.

Список используемых источников

1. Крашенинников А. В. Социально-пространственные аспекты формирования жилой среды города: Автореф. дисс. …канд. арх.: 18.00.04 / А. В. Крашенинников // Московский архитектурный институт (государственная академия). М., 1985. – 24 с.

2. Линч К. Образ города / К. Линч, Пер. с англ. В. Л. Глазычева; Сост. А. В. Иконников; Под. ред. А. В. Иконникова. – М.: Стройиздат, 1982. – 328 с.

3. Черноушек М. Психология жизненной среды / М. Черноушек, Пер. с чеш. И. И. Попа. – М.: Мысль, 1989.– 174 с.

4. Шимко В. Т. Архитектурное формирование городской среды : учеб. пособие для архит. спец. вузов / В. Т. Шимко. – М.: Высшая школа, 1990. - 223 с.

УДК 634.746-519

Уморина Ж.Э. (AuthorID: 997693)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БИОЭНЕРГЕТИКИ В АРХИТЕКТУРЕ

В настоящее время актуальным становится вопрос сохранения экологии во всех сферах деятельности. Так в архитектурной отрасли разработаны «зеленые» стандарты для определения соответствия зданий требованиям экологичности. Критерий снижения энергопотребления, использования возобновляемых ресурсов для генерации электроэнергии применяется с использованием новых технологий. Развитие технического прогресса в этой сфере позволяет учёным находить новые источники энергоресурсов и разрабатывать новые типы генераторов тока [1]. Так исследования генерации в области энергии ветра и солнечного света давно находят своё применение по всему миру. Современный этап развития этого направления сконцентрирован на поиске новых ресурсов, таких как энергия волн и растений. Разработкой этого направления в России занимается Лаборатории прототипирования городов будущего в проекте «Green Spark» [2]. Также лаборатория экологической и медицинской биотехнологии в Научно-исследовательском центре «БиоХимТех» ТулГУ разрабатывает это направление называя его «зелёной энергетикой» [3]. Голландская компания Plant-e применяет эту технологию в Амстердаме с 2014 года [4]. Зелёные растения в процессе фотосинтеза и роста являются средством трансформации тока. Вырабатывая электричество на постоянной основе, растение может проводить ток. Изучая проводящую способность разных типов растений, ученые пришли к выводу, что влаголюбивые растения обладают наибольшим зарядом. Также проводники возможно подключать как к корневой системе, если она наиболее развита, так и к стволу растения. Микроорганизмы, находящиеся в корневых системах растений, также вырабатывают электричество. Их роль в преобразовании минеральных веществ, можно применять для очистки загрязненных территорий почв и водоёмов. Биоэнергетикой называется технология генерации энергии из живых природных ресурсов, таких как: водоросли, бактерии, растения. Использование зелёных растений в архитектуре, с применением технологий генерации энергии, как функционального оборудования, позволит сократить затраты на электроэнергию. Растения в архитектуре влияют также на гармонизацию пространства и улучшения климата помещения: снижение уровня углекислого газа и нормализацию влажности в помещениях. Могут применятся панели с озеленением на решетчатых структурах фасадов, внутри помещений на стенах и газонах возле зданий. Так привычный нам природный ресурс, который принято использовать для эстетических целей, помогает сохранению экологии.

Список используемых источников

1. Меланашвили М.М., Уморина Ж.Э., Биоэнергетика как часть архитектуры на примере зеленого фасада здания. // Материалы VII Международной научно-практической конференции. В книге: Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве, Екатеринбург, 2024. С. 65. – EDN EPHBDL

2. Действительно зеленое электричество. Смогут ли растения стать новым источником экологически чистой энергии / nplus1.ru // URL-https://nplus1.ru/material/2018/05/17/green-energy

3. Минобрнауки России. Теперь из растений можно получать электричество / dzen.ru // URL-https://dzen.ru/a/ZU4l5c5GyB23uj4h

4. Электричество из живых растений, зеленые электростанции. / powercoup.by // URL-https://powercoup.by/elektroenergetika-v-mire/elektrichestvo

Секция «Дизайн»

УДК 721

Антоненко Ю.С. (AuthorID: 394322), **Севостьянова Д.П.**

МЕТОД КОМБИНАТОРИКИ В ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЛОГО ПРОСТРАНСТВА

Одним из перспективных методов формообразования является комбинаторика. Комбинаторные (вариационные) методы построения используются для выявления наибольшего разнообразия комбинаций из ограниченного числа элементов. Основой формообразования являются элементы формы, позволяющие создавать комбинаторные системы (геометрические, композиционные, колористические и т.д.). Постоянные начала в комбинаторике - это идеи, понятия и схемы, на которые ориентируется комбинаторный поиск. При поиске комбинаторных элементов необходимо учитывать следующие основные моменты: уникальность, декоративность и эстетическую ценность различных композиционных приемов. Декоративные комбинированные элементы должны вписываться в любую структуру и быть неотъемлемой частью композиции.

Комбинаторика на концептуальном и функциональном уровне изучается редко. Здесь основной операцией является отбор и комбинирование идей, образов, принципов и т. д., призванных запустить процесс формализации. Их можно разделить на четыре группы: 1) выбор и замена элементов; 2) изменение природы элементов: изменение состава, изменение природы элемента, изменение размеров, окрашивание (например, придание негеометрических свойств); 3) расположение элементов: изменение расстояния между элементами, наложение фигур, вставка фигур, блокировка элементов и фигур; 4) изменение количества элементов. С помощью этих операций можно создать любое сочетание любых элементов. В живом творческом процессе несколько операций часто применяются одновременно или последовательно. Сегодня комбинаторная теория в дизайне - это метод формирования, который использует закономерности пространственных, конструктивных, функциональных и графических структурных изменений, а также методы проектирования объектов из типизированных элементов. Среди комбинаторных приемов, используемых в дизайнерском проектировании, мы выделяем следующие:

1) комбинирование типизированных стандартных элементов (модулей) на плоских поверхностях при создании текстильных композиций, соединительных тканей или тканых полотен и создание идеальной трехмерной формы;

2) комбинирование деталей, пропорциональное разделение в рамках базовой формы;

3) создание сложных форм, путем вставки их в исходную форму;

4) поиск вариантов организации готовых наборов.

Метод комбинаторики является эффективным инструментом в проектировании мебели для малогабаритных квартир, позволяя создавать уникальные и индивидуальные решения, максимально эффективно использовать пространство. Комбинаторика также обеспечивает гибкость и адаптивность мебели и позволяет создать стильные привлекательные дизайн-решения.

УДК 371.3

Жданова Н.С. (AuthorID: 321117)

ИЗМЕНЕНИЕ ЦЕННОСТНЫХ УСТАНОВОК СТУДЕНТОВ -ДИЗАЙНЕРОВ НА ТИПОВОЕ ЖИЛЬЕ 60-Х ГОДОВ XX ВЕКА

Ценностное мышление дизайнера одно из главных профессиональных его качеств. В основе ценностного мышления лежит ценностная установка, которую в педагогике понимают, как осознание личностью своей внутренней позиции и наличие готовности к деятельности в соответствии с определёнными ценностями. Их формирование начинается в детстве и значительно трансформируется в юности и молодости, что совпадает с временем студенчества. Развитие и изменение ценностных установок у дизайнеров в большей степени осуществляется в процессе проектирования. Именно здесь чаще всего преподаватели сталкиваются с неправильной ценностной установкой на разные предметы и ситуации.

Проведенное несколько лет тому назад исследование отношения жителей нашей страны к жилому фонду 60-х годов XX века демонстрирует скорее негативную оценку, именно их все пытаются изменить и улучшить. В связи с этим в учебный процесс было введено задание по перепланировке квартир. Наша работа проводилось в три этапа: первый состоял в определении отношения студентов к этому типовому жилью, второй – теоретический: знакомил студентов с социально-экономическими условиями создания типового крупнопанельного промышленного жилья. а третий заключался в разработке проекта перепланировки типичной квартиры этого периода. Во время третьего периода изменялись ценностные установки студента.

Первый этап показал негативную оценку «хрущевок», студенты позицировали себя как потребители. Второй этап осуществлял переворот позиции и превращал их в проектировщиков, работающих в жестких условиях того времени. В результате они начинали понимать и ценить те решения, которые были приняты архитекторами и дизайнерами. Приступая к перепланировкам они уже имели положительные установки на всю работу. Подводя итоги можно сказать, что изменение ценностной установки происходит в процессе наполнения студентов системными знаниями о предмете или явлении и в процессе практической работы. отечественной культуре.

Список используемых источников

1. Жданова, Н. С. Разные точки зрения населения страны на типовое жильё 60-х годов XX в / Н. С. Жданова, В. С. Куприянова // Формирование предметно-пространственной среды современного города : Сборник материалов ежегодной Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Магнитогорск, 05–06 ноября 2019 года. – Магнитогорск: магнитогор, 2019. – С. 13-19. – EDN JZHAOQ.

УДК 687

Ильяшева Е.В. (Author ID: 331629)

СИСТЕМА «ЧЕЛОВЕК-ОДЕЖДА-ИНТЕРЬЕР» В КОНСТРУКТИВНОМ РЕШЕНИИ КОСТЮМА

Каждая историческая эпоха отличается обязательной стилевой связью между предметной средой, созданной человеком и одеждой [1]. Связь системы «человек-одежда-интерьер» является особенно тесной и органичной, что выражается в похожести силуэта, закономерностях пропорционального внутреннего членения формы, комфортности и т.д. Одежда и интерьер выполняют основные функции в жизни человека - утилитарную и эстетическую и выступают средством для осуществления определенного процесса социальной деятельности [1].

Рассматривая конструктивное решение создаваемого костюма по заданному интерьеру, под конструктивным решением понимается внешний вид и объемно-пространственная форма костюма, характер деления основных деталей на конструктивные части, конфигурация и размеры составных частей, которые увязаны, с комфортом человека и со стилевым решением заданного интерьера.

При создании объемно-пространственной структуры модели одежды мы исходим из того, что форма одежды и ее свойства определяются формой тела человека, его возрастом, местом и характером деятельности, удобством и эстетическими требованиями. Если взаимосвязь одежды и интерьера очевидна и используется многими дизайнерами, то создание костюма и его конструктивного решения в данной системе, является задачей не до конца изученной.

С появлением новых цифровых технологий, появляется все больше возможностей для творчества и самовыражения [2]. Немаловажный факт – виртуальная одежда на фотографии выглядит как настоящая, даже эффектнее, так как ей можно задавать разные параметры гравитации, света, ветра, толщины ткани, размеры и так далее [2]. В результате мы видим, что костюм органично вписывается в интерьер, и обеспечивает необходимое конструктивное решение. Таким образом, рассматриваемая система «человек-одежда-интерьер» открывает, новые горизонты для создания новой формы в костюме, что поможет создавать единую стилистическую атмосферу между интерьером, костюмом и его конструктивным решением.

Список используемых источников

1. "Дом для человеческого тела" - или стилевая связь архитектуры и одежды. – URL: https://www.livemaster.ru/topic/343283-dom-dlya-chelovecheskogo-tela-ili-stilevaya-svyaz-arhitektury-i-odezhdy (Дата обращения 20.01.2025). -Текст электронный.

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.

УДК 687

Абдрахманова Д.Р., Ильяшева Е.В. (Author ID: 331629)

СОВРЕМЕННАЯ КОНСТРУКЦИЯ ЖЕНСКОГО КОСТЮМА В СЛАВЯНСКОМ СТИЛЕ

Исследование конструктивных решений славянского костюма широко востребовано в современной практике разработки женских моделей одежды. При проектировании современного женского костюма мы опираемся на элементы конструкции славянского женского костюма, пример (рис.1).



а) б)

Рис. 1. а) Элементы конструкции славянских женских рубашек, б) фото современных женских костюмов

Чтобы не создать стереотипный образ, необходимо избегать поверхностного копирования, находя баланс между традицией и современностью. Основную роль в проектировании современной конструкции женского костюма в славянском стиле играет образное решение, но многие дизайнеры рассматривают моделирование, как силуэтное изображение при помощи геометрических фигур [1].

Понимание конструктивного решения и его роли в крое традиционного славянского костюма, дает возможность переосмыслить его значения в контексте современной моды, сохранить или утрировать его. Позволяет создать качественную конструкцию, обеспечивающую комфортные условия, сохраняя связь с образом человека и инновационными методами создания конструкции [2].

Список используемых источников

1. Ячменева, В. В. Геометрия в композиции костюма / В. В. Ячменева, А. О. Питиримова // 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. 105-108. – EDN ZKVTDI.

2. Ильяшева, Е. В. История и современные тенденции при формировании среды человек-мода-конструкция / Е. В. Ильяшева // Формирование предметно-пространственной среды современного города : Сборник материалов ежегодной Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Магнитогорск, 27–28 октября 2016 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2016. – С. 71-75. – EDN XFBQBX.

УДК 687

Акбалина Г.И.

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ БАШКИРСКОГО ЖЕНСКОГО КОСТЮМА

Башкирский традиционный костюм переживает сегодня период возрождения и востребованности среди профессионалов. Желание изготовить башкирский костюм своими силами представляющий связь времен, натолкнулось на отсутствие сведений о конструкторско-технологическом решении. Анализ литературы показал, что информация не дает полного и нужного представления.

Ценность современного образца национального костюма заключается в строгом следовании народным традициям в крое, технологии, выборе отделки и украшений (рис.1, а).



а) б)

Рис.1. а) Фото башкирского женского и мужского костюма,
б) Примеры кроя башкирской одежды

Первоначально, одежда кроилась широкой и длинной. Крой строился на использовании простых геометрических форм. В деталях кроя заметно стремление к цельности и большим площадям. Более поздние варианты кроя это подчёркивание конструктивных линий: талии, бёдер, плечевого пояса. В конструкции изделий много производных и декоративных деталей (рис.1, б). Большую роль в формообразовании народной одежды играла технология обработки узлов и деталей. В музейных запасниках и частных коллекциях образцы одежды, сшитые на швейной машинке при небольшой доле ручных швов. Выявление в костюме конструктивно-технологических особенностей, применение их в условиях новейшей технологий, тканей в современном проектировании, сохранит все традиции, подчеркнет красоту и самобытность национальной культуры.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Ильяшевой Е.В. (Author ID: 331629)

УДК 687.5

Иванов Н.О., Ильяшева Е.В. (Author ID: 331629)

РАЗРАБОТКА ОДЕЖДЫ В ПРОГРАММЕ САПР АССОЛЬ

Автоматизация проектирования одежды играет важную роль в современных швейных технологиях, повышая точность и эффективность разработки изделий. Развитие цифровых технологий привело к широкому применению САПР в текстильной и швейной промышленности. Программное обеспечение позволяет минимизировать ошибки, снизить затраты времени и материалов, а также автоматизировать процесс моделирования и конструирования изделий. Использование таких технологий сегодня в разработке конструкции швейных изделий в условиях производства отстает в прогрессе от других компаний, это во многом зависит от недостающего выпуска специалистов умеющих выполнять такие разработки [1]. Тема выпускной квалификационной работы является актуальной. Одной из наиболее популярных отечественных систем является САПР «Ассоль». Исследование основано на анализе функционала САПР «Ассоль» и практическом применении программы при создании конструкций мужской верхней одежды.

Программа САПР «Ассоль» предлагает следующие ключевые возможности: разработку базовых конструкций одежды с учетом антропометрических данных; автоматизированное и ручное моделирование деталей изделий; генерацию и редактирование цифровых лекал; оптимизация раскладки лекал для снижения расхода ткани; визуализацияю посадки изделия и анализ конструктивных особенностей.

Этапы работы в САПР «Ассоль»: ввод параметров изделия – задание типа одежды, размеров и особенностей конструкции; создание базовой конструкции – автоматическое построение лекал с возможностью корректировки; моделирование – внесение изменений, адаптация конструкции под конкретные требования, оптимизация раскладки – размещение деталей на ткани для минимизации отходов, экспорт данных – передача информации на производство.

Применение САПР «Ассоль» в конструировании одежды позволяет автоматизировать процесс проектирования, повысить точность изделий и улучшить эффективность производства. Дальнейшие перспективы развития связаны с интеграцией 3D-моделирования и машинного обучения для более точного учета особенностей фигуры потребителей.

Список использованных источников

1. 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: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – С. 501. – EDN YPTTAQ.

УДК 687

Лосева А.В. (Author ID:1262285)

ПОДБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ГАРДЕРОБА С УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ПОДРОСТКА

В современном обществе большое внимание уделяется костюму. Одежда может многое сказать о своем владельце [1]. Постоянное изменение функциональных процессов жизни современного человека, являются основными причинами появления новых предметов гардероба, способных удовлетворить потребность человека в разнообразной, комфортной, и универсальной одежде [2] и это не могло отразиться в гардеробе подростка.

Выделяя особенности, физиологического изменения подростков, нельзя не отметить интенсивный рост и половое развитие. Из-за неравномерности роста (вначале вырастает голова, руки, ноги, и только потом — туловище) в фигуре заметна непропорциональность. Психологические последствия заключаются в том, что усиленный рост и непропорциональность развития заставляют подростков чувствовать себя неловко и дискомфортно. И у мальчиков, и у девочек появляется тревога и озабоченность по поводу происходящих изменений. Они постоянно исследуют физические изменения, сравнивая свои характеристики с характеристиками сверстников.

Опрос показал, что для подростковой социальной группы важно иметь рациональный гардероб, с учётом особенностей телосложения и изменчивости моды. Проведенные исследования в данной области, систематизируют и углубляют знания о внешних признаках подростка, определяющих конструктивно-композиционные решения костюма и построения размерной типологии подростков в целом, что способствует качественному подбору рационального гардероба с учетом их индивидуальных особенностей телосложения.

Список используемых источников

1. Ячменева, В. В. Одежда в жизни человека / В. В. Ячменева, 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. Акбалина, Г. И. Современный стиль в одежде с учетом антропометрических требований / Г. И. Акбалина, Е. В. Ильяшева // 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. 237-241. – EDN DAGVVH.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук. Ильяшевой Е.В. (Author ID: 331629)

УДК 687

Нагимова Е.А.

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛЕЙ В КОЛЛЕКЦИИ «СЛАВЯНСКИЙ ШИК»

В современном мире наблюдается возрождение интереса к национальным культурным традициям и фольклору. Славянская сказка "Аленький цветочек" представляет собой яркий пример глубоких моральных ценностей и эстетических идеалов, которые могут быть адаптированы в различных сферах, включая моду, дизайн и искусство. Коллекция моделей одежды, выполненная в стиле "Славянский шик" предполагает использование элементов славянского фольклора: мезенская роспись, использования аппликаций в виде мака и т.п., которые не только будут отражать культурное наследие, но и отвечать современным трендам. Цель данной работы заключается в разработке коллекции моделей одежды в стиле "Славянский шик", основанной на сюжете и образах сказки "Аленький цветочек" (рис.1). Это включает в себя анализ эстетических и символических аспектов сказки, а также их адаптацию для современного дизайна и моды.



Рис.1. Сюжет и образ из сказки "Аленький цветочек"

Основная проблема заключается в том, что традиционные элементы славянской культуры часто воспринимаются как устаревшие или неактуальные.

Необходимо найти способы интеграции этих элементов в современный контекст, сохраняя при этом их подлинность и значимость, учитывая разнообразие интерпретаций сказки и её символов, избегая стереотипов и упрощений. Для того, необходимо: провести глубокий анализ сказки "Аленький цветочек" с акцентом на его символику, персонажей и моральные аспекты; создать коллекцию одежды и аксессуаров с использованием современных тканей и технологий; а также можно включить элементы из других сказок, для богатого образа. Концепция создания коллекции "Славянский шик", основанная на сказке "Аленький цветочек", представляет собой перспективное направление для развития современного дизайна и моды. Она позволяет не только сохранить культурное наследие, но и сделать его актуальным для нового поколения.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук. Ильяшевой Е.В. (Author ID: 331629).

УДК 687

Сальманова А.Р. (Author ID: 1262282)

РАЗРАБОТКА ЖЕНСКИХ КОСТЮМОВ В ПРОГРАММЕ ГРАЦИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «КОРПОРАЦИЯ РУКОДЕЛИЯ ТЕКСТИЛЯ»

Использование цифровых технологий в разработке конструкции швейных изделий в условиях производства отстает в прогрессе от других систем и компаний, это во многом зависит от недостающего выпуска специалистов, умеющих выполнять такие разработки [1]. Поэтому задание для выпускной квалификационной работы выбрано не случайно, и тема является актуальной и значимой для предприятия ООО «Корпорация рукоделия текстиля».

Разработка женских костюмов в программе «Грация» требует обращения к нескольким ключевым аспектам: выбор стиля, моделирование, учет размера и фасона, а также использование инструментов программы для создания выкроек.

Выбор стиля, включает исследование трендов, а также определение целевой аудитории, для кого разрабатывается костюм. *Моделирование*, это создание базового эскиза костюма, чтобы визуализировать идеи, определить, какие элементы будут входить в состав костюма. *Выбор материалов* позволяет подобрать ткани, учитывая такие факторы, как комфорт, прочность и внешний вид; цвета и принты помогут выбрать цветовую гамму и любые дополнительные элементы, такие как принты или декоративные элементы.

Использование программы «Грация» позволяет использование встроенных функций программы для создания основных чертежей конструкции. Программа предлагает различные *шаблоны моделирования* деталей и создание их лекал по размерам. *Прототипирование*, это создание образца, представляющий пробный образец для проверки посадки и функциональности. *Корректировка* позволяет внести изменения на основе пробного образца. *Финализация проекта*, это оформление конструкторской документации по ГОСТам и технической документации данного производства.

Каждый из этих этапов требует тщательной проработки и внимания к деталям, чтобы создать качественные и востребованные изделия. Эти шаги помогут организовать процесс разработки женских костюмов в программе «Грация» и обеспечить успешный результат на предприятия ООО «Корпорация рукоделия текстиля».

Список использованных источников

1. 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: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – С. 501. – EDN YPTTAQ.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук. Ильяшевой Е.В. (Author ID: 331629)

УДК 745/747

Ибрагимова О.В. (Author ID: 689397)

ТРАНСФОРМАЦИЯ КАК СПОСОБ ДОСТИЖЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ИНТЕРЬЕРА

Тенденции в дизайне интерьера формируются в ответ на запросы общества и зависят от особенностей его социально-культурного, экономического и технологического развития. В настоящее время популярными местами для коммуникации и творчества людей становятся салоны, студии, музеи, выставки, торгово-выставочные комплексы, но часто дизайн общественных пространств не соответствует потребностям посетителей. Способом разрешения противоречия между требованиями к многофункциональности и ограниченностью, неизменяемостью пространственной среды может выступить трансформация.

Трансформация (от лат. transformatio – превращение) – преобразование, изменение вида, формы, существенных свойств чего-либо [1]. Трансформация позволяет придать пространству интерьера дополнительные функциональные возможности для расширения спектра его использования. В процессе исследования нами было выявлено, что проектируемое пространство интерьера салона авторской куклы должно обеспечить реализацию функций торгово-выставочного зала, образовательного центра для проведения мастер-классов и площадки для культурных мероприятий. Для достижения многофункциональности интерьера посредством трансформации возможно использование мобильных, модульных и многоуровневых конструкций, трансформирующейся мебели, «умных» интерактивных технологий, систем освещения и климат-контроля.

Применение в интерьере салона авторской куклы мобильных перегородок, складных конструкций и раздвижных дверей позволяет изменять конфигурацию помещения в зависимости от текущих задач. Использование трансформирующейся мебели (складные стулья и столы, модульные стеллажи) поможет быстро менять назначение отдельных зон. Создание многоуровневых пространств, таких как антресоли, подиумы и мезонины, позволяет использовать вертикальное пространство для реализации дополнительных функций. На верхнем уровне может находиться мастерская, а на нижнем – выставочная зона. Интеграция интерактивных экранов и панелей в стены и мебель позволяет демонстрировать информацию, проводить презентации и отображать процесс создания кукол в реальном времени. Это добавляет интерактивности и привлекает внимание клиентов. Автоматизированные системы управления освещением и микроклиматом позволяют адаптировать среду под конкретные задачи. Освещение может меняться в зависимости от времени суток или типа мероприятия, обеспечивая разделение пространства на функциональные зоны с помощью освещения и цветовых акцентов. Трансформация в интерьере салона авторских кукол – это эффективный способ достижения многофункциональности. Она позволяет адаптировать пространство под различные задачи и потребности, экономит ресурсы и создает комфортные условия.

Список используемых источников

1. Ефремова Т. Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный / Т.Ф. Ефремова. – Москва: Русский язык, 2000. – 1233 с.

УДК 72.03; 378

Чернышова Э.П. (AutorID: 473321)

ИЗУЧЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ УНИВЕРСИТЕТА КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ СОЦИАЛИЗАЦИИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ*

На сегодняшний день в институте художественного образования ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена» обучается более 500 иностранных студентов (Более 95 % из общего числа составляют студенты из КНР). В связи с этим, работа с иностранными студентами является одним из приоритетных направлений деятельности. Создание эффективных инструментов для ускоренной интеграции иностранного студента в образовательную среду способствует развитию межнациональной коммуникации и повышению привлекательности образовательных программ для иностранных абитуриентов. В связи с этим, важной задачей для университета является социализация иностранных студентов в новой культурной среде. Мы определяем, что одним из наиболее эффективных методов, способствующих процессу социализации, является изучение архитектуры университета. Архитектура не только отражает историю и культуру страны [1], но и позволяет иностранным студентам лучше понять окружающий мир и интегрироваться в новое сообщество.

В институте художественного образования РГПУ им. А.И. Герцена существует практика изучения архитектуры университета. Например, в рамках дисциплины «Учебная практика (ознакомительная) для магистратов 1 курса по направлению 50.04.01 Искусства и гуманитарные науки, профиль «Теория и практика визуальных искусств» организуются для студентов экскурсии по зданиям университета, где студенты знакомятся с историей и современностью Герценовского университета, местом университета в современном образовательном и культурном пространстве Санкт-Петербурга. Безусловно, изучение архитектуры университета помогает иностранным студентам адаптироваться к новой культурной и образовательной среде, так как архитектура служит не только физическим пространством для обучения, но и культурным контекстом, который обогащает опыт студентов. Важно продолжать развивать программы и инициативы, направленные на изучение архитектуры как метода социализации, чтобы обеспечить успешную адаптацию иностранных студентов в новых условиях.

Список используемых источников

1. Чернышова Э. П., Бурьянов А. Ф. Трансляция общечеловеческого опыта архитектурными пространствами на примере Санкт-Петербурга // Жилищное строительство. – 2023. – № 8. – С. 57-63. – DOI 10.31659/0044-4472-2023-8-57-63. – EDN WKRUHR.

**Исследование выполнено за счет внутреннего гранта РГПУ им. А. И. Герцена (проект № 65-ВГ).*

УДК 687, 378

Арслангалина А.Т.

ХУДОЖЕСТВЕННОЕ РЕШЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ «ВЕТЕР ПЕРЕМЕН»

Исследование данной работы лежит в области башкирского национального костюма. Башкирский традиционный костюм не повторяет одежду ни одного другого народа. Отличительная черта - декоративность. Особенно красочно выглядел женский праздничный наряд, который включал: платье с оборками, нагрудника, камзола, фартука. Обязательным дополнением платья - нагрудная повязка. Платья из однотонных материалов состоят из ярких атласных лент, разноцветных полосок, аппликационных нашивок и узоров. Костюм мужчин состоит из свободной рубахи с широким отложным воротником, штаны с широким шагом, а также безрукавки, халата из темной ткани. Головной убор у мужчин: бурек.

Для нашей коллекции источником вдохновения послужил - закат. Основной цвет - красный с золотистыми переливаниями. Он ассоциирует красоту Башкирии, красоту башкирских гор и силу духа народа. Актуальность темы заключается в том, что на сегодня рынок перенасыщен одеждой, которая быстро сменяется и не отражает нашу связь с предками, культуру.

В рамках выпускной квалификационной работы мы и выполняем данное исследование в области костюма. Главная идея - разработка художественно-конструктивного решения моделей коллекции «Ветер перемен», которое наиболее полным образом будет раскроет потенциал башкирского национального костюма. Национальный костюм, в нашем исследовании, гармонично трансформирован в современную одежду, для того, чтобы передать все традиции и красоту наших предков подрастающим поколениям. В нашем костюме соединены: натуральные ткани и декор. В создании декора мы используем инновационные технологии и современные материалы (фелтинг, 3D печать и др.).

Таким образом, можно сделать вывод, что идея внедрения в современный костюм национальных традиций создания башкирского костюма нашло свое отражение в созданной нами серии эскизов к коллекции «Ветер перемен».

Список используемых источников

1. Емельянова, Н. М. Конструирование швейных изделий : Учебно-методическое пособие по дисциплине «Компьютерное обеспечение дизайн-проектирования» / Н. М. Емельянова ; Уральский государственный архитектурно-художественный университет. – Екатеринбург : Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 2019. – 122 с. – EDN TJMPDK.

2. Королева, В. В. Изучение и применение цифровых технологий в процессе создания дизайн-проекта / В. В. Королева, В. В. Ячменева // Технология. Дизайн. Образование : Сборник материалов всероссийской (очно-заочной) научно-практической конференции с международным участием, Магнитогорск, 28–29 апреля 2022 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. – С. 338-343. – EDN AEFKSW.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Ячменёвой В.В. (AuthorID: 490504)

УДК 378:687:004

Емельянова Н.М. (AuthorID: 1059188), **Ячменёва В.В.** (AuthorID: 490504)

МОДЕЛЬЕРСКИЙ РИСУНОК В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА-КОНСТРУКТОРА

Модельерскй рисунок - специальный рисунок, выполненный быстрыми и выразительными средствами графики (живописи) с целью демонстрации костюма. Главное отличие модельерского рисунка от классической академической школы - пропорции человека - непропорционально длинные ноги.

Равновесие – самый важный фактор для построения фигуры. Когда модель стоит прямо, очень важно достичь равновесия. Лучший способ проверить - представить вертикальную линию, пересекающую рисунок в длину по его центральной оси, от головы до ног. Наклон плеч противоположен наклону, образуемому линией таза и ногами [2]. Добиться ощущения равновесия - расположить приблизительно равные массы тела по обе стороны от линии равновесия. Используя линию равновесия и линию силы, можно рисовать фигуры людей в костюмах в различных позах в пространстве.

- Соблюдение пропорций. Здесь необходимо понимать, что все важнейшие балансовые линии должны оставаться на своих естественных местах.

- Симметрия и четкие линии. Положение плеч, рукавов, стороны воротника и др. парные элементы. Добиться точности можно векторными программами.

- Внимание к деталям. Важны все подробности: отделочных деталей, строчек, молний, кантов и пр., а также дополнение текстовыми сносками.

- Конструктивные линии. Изображаются все вытачки, рельефные швы, подрезы, складки. Необходимо дать вид сзади. Информация о форме, силуэте, крое должна быть исчерпывающей. Важно - уменить переводить эскиз в чёткую конструкцию модели - достигается заданиями и упражнениями по теме [1].

Вывод. Результатом изучения «Модельерского рисунка» становится активное включение студента в проектно-грфическую и конструкторскую деятельность. Получение знания по практическому применению законов перспективы и светотени помогают развить чувства пропорций и гармонии. Практическое умение изображать человека в пространстве поможет правильному изображению модели как с натуры, так и по представлению, что является выжным в практической деятельности инженера-конструктора.

Список используемых источников

1. Емельянова, Н. М. Осуществление практических межпредметных связей при изучении дисциплины «основы производственного мастерства» на кафедре «дизайна одежды» УРАЛГАХУ / Н. М. Емельянова // Международные коммуникации в индустрии моды : Сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 09–10 апреля 2020 года / Под общей редакцией Н.Н. Гордиенко. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2020. – С. 120-123. – EDN VTKFUH.

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

УДК 73

Дредитова А.А.

СИНТЕЗ ИСКУССТВ КАК ФОРМА УНИКАЛЬНОСТИ Г.МАГНИТОГОРСКА

Проблема изучения пространства города в настоящее время не перестает быть актуальной. Рассматривая городскую среду, ее архитектурные формы, семантику улиц, площадей, зданий, необходимы условия семиотического понимания текста – как синтеза искусств в облике города в целом, так и Магнитогорска, в частности.

На наш взгляд, синтез искусств как специфическая форма организации городского пространства не может быть вне композиционного синтеза как метода творчества.

Проблема, с которой сталкивается исследователь города, – определения роли синтеза искусств в формировании облика города [1]. С помощью синтеза искусств создаётся гармоничное единство улиц, скверов, зданий и произведений монументального искусства в городском пространстве, формируя при этом уникальный облик города.

В нашем исследовании мы рассмотрим синтез искусств в городе Магнитогорске. Магнитогорск — это город, который, несмотря на свою промышленную направленность, активно развивает синтез искусств, что придаёт ему уникальную атмосферу. Важной составляющей культурного ландшафта Магнитогорска является его архитектура и арт-объекты. Город основан в 1929 году как центр металлургической промышленности, и большинство зданий были построены в стиле конструктивизма. Сегодня на фоне сталелитейных заводов и многоквартирных домов можно увидеть современные арт-объекты и инсталляции, которые гармонично встраиваются в облик города. Кроме того, культура города активно развивается благодаря различным учреждениям, таким как: Магнитогорская картинная галерея, Магнитогорский государственный университет (лекции, мастер-классы, выставки), Магнитогорский драматический театр имени А.С. Пушкина, Магнитогорский театр куклы и актера "Буратино", Магнитогорский театр оперы и балета, цирк, парки.

Таким образом, Магнитогорск, несмотря на свою индустриальную сущность, активно развивает синтез искусств, превращая город в уникальное пространство, где традиции и инновации [2] сосуществуют и взаимодополняют друг друга.

Список используемых источников

1. Жданов, А. А. История региональной архитектуры : Рабочая тетрадь / А. А. Жданов, Н. С. Жданова. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный университет, 2011. – 22 с. – EDN YYOSIH.

2. Королева, В. В. Изучение и применение цифровых технологий в процессе создания дизайн-проекта / В. В. Королева, В. В. Ячменева // Технология. Дизайн. Образование : Сборник материалов всероссийской (очно-заочной) научно-практической конференции с международным участием, Магнитогорск, 28–29 апреля 2022 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. – С. 338-343. – EDN AEFKSW.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Ячменёвой В.В. (AuthorID: 490504)

УДК 711. 58

Зарипова А.А. (AuthorID: 12623040)

СТРИТ-АРТ В ПРОСТРАНСТВЕ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

Для полноценного формирования городской среды необходимо учитывать особенности восприятия пространства города. Чтобы объединить удобства и красоту часто архитекторы, дизайнеры, художники в своей «проектно-графической деятельности» [1] обращаются к синтезу искусств. Город может быть наполнен различными скульптурами, памятниками, фресками и др. произведениями искусства, которые могут быть и декоративными элементами, и нести общественную значимость.

Самым простым методом украшения пространства города являются рисунки. Рисунки могут украшать фасады домов, крыши, стены [2], заборы, дороги и т.д. В нашем исследовании рассматриваем стрит-арта и монументальную живопись.

Стрит-арт и монументальная живопись имеют общие корни в искусстве и используют пространство города для выражения идей и эмоций. Стрит-арт часто использует яркие цвета, графические образы и символы, чтобы привлечь внимание зрителей. Монументальная живопись - это масштабные произведения искусства, которые могут быть размещены как часть интерьера внутри здания, а также снаружи. Оба направления стремятся влиять на общественное мнение и вызывать эмоции у зрителя. В данном случае живопись объединяется с предметным пространством города, в частности с архитектурой. Такому синтезу дали название – «стрит-арт» (англ. street art – уличное искусство). Ранее 20-го века синтез живописи и архитектуры относился только к монументальной живописи. Массовое распространение началось в 1970-е годы, когда появились теги (подписи автора), с этого момента теги стали появляться практически на всех поверхностях пространства города, что продолжается и по сей день.

Таким образом, мы видим, что человек всегда старался украсить пространство вокруг себя. В наше время рождается новое направление - уличное искусство. Стрит-арт способен отражать современное общество, выражать индивидуальность художников, влиять на городскую среду,привлекать внимание к социальным проблемам, улучшать имидж городов и развивать туризм.

Список используемых источников

1. Development Of Professional Interest In Design And Graphic Activities In Future Designers / A. V. Ekaterinushkina, Yu. S. Antonenko, T. V. Salyaeva [et al.] // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS : 3 rd International Scientific Conference “Social and Cultural Transformations in the Context of Modern Globalism” dedicated to the 80th Anniversary of Turkayev Hassan Vakhitovich, Grozny, 27–29 февраля 2020 года. – European Publisher: European Publisher, 2020. – P. 1705-1711. – DOI 10.15405/epsbs.2020.10.05.224. – EDN GEWYTA.

2. Ячменева, В. В. Роспись стен как одно из современных направлений в декорировании интерьера / В. В. Ячменева, М. Р. Меняшева // Формирование предметно-пространственной среды современного города : Сборник материалов ежегодной Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Магнитогорск, 05–06 ноября 2019 года. – Магнитогорск: магнитогор, 2019. – С. 163-168. – EDN CREMOQ.

УДК 378, 687

Королева В.В. (AuthorID: 351898), **Емельянова Н.М.** (AuthorID: 1059188),
Ячменёва В.В. (AuthorID: 490504)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОЗДАНИИ ВИРТУАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ

Сегодня в нашем очень быстро меняющемся мире, появляются новые материалы и разнообразные цифровые технологии. Неотъемлемой частью нашей жизни становятся различные гаджеты. Сегодня мы уже не задумываемся, когда на улице говорим по телефону, рисуем в планшете, проходим через автоматические двери, покупаем воду из автомата, оформляем документы онлайн, покупаем онлайн на маркет-плейсах и пр.. Многие и виртуальные сервисы стали доступны, которые экономят время.

Цифровые технологии все больше внедряются в нашу жизнь., так виртуальная одежда – это новая эра в мире моды. В период COVID-19 широкое распространение получили такие цифровые технологии, которые позволяли не выходя из дома примерить одежду виртуально. Виртуальная одежда все больше завоёвывает покупателя. Цифровая одежда создается с помощью компьютерной графики, различных программ для моделирования, таких как CLO 3D, Valentina, САПР, и т.д. В 2020 г. в Милане прошел один из первых показов виртуальной моды. Там свои коллекции представили Gucci, Blumarine, Balenciaga, Maison Margiela и многие другие известные бренды. С каждым годом виртуальная неделя моды набирает популярность, и проходит во многих столицах моды, в Париже, в Нью-Йорке и т.д. В процессе подготовки инженера-конструктора используются программы 2 и 3D-моделирования для последующего воплощения в материале. Сначала создаются эскизы, затем самостоятельно разрабатываются технологические карты и чертежи [1, 2].

Таким образом, в современном мире появляется все больше цифровых технологий, направленных на разные области жизнедеятельности человека. Цифровое моделирование сокращает чрезмерное потребление одежды. Конечно, это и возможность проявления безграничной фантазии, создавая фактуры и текстуры, которые невозможны в реальности.

Список используемых источников

1. Емельянова, Н. М. Компьютерное обеспечение дизайн-проектирования Конструирование юбок в САПР "Ассоль" : Учебно-методическое пособие / Н. М. Емельянова, С. А. Высоковских ; Н.М. Емельянова, С.А. Высоковских, рецензент: Л.В. Кокорева, ФГБОУ ВПО Уральский государственный архитектурно-художественный университет. – Екатеринбург : Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 2015. – 58 с. – EDN WYVMQT.

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

УДК 659.1

Королева В.В. (AuthorID: 351898), **Сохачевский Я.К.** (AuthorID: 1145461), **Сохачевский М.К.** (AuthorID: 1145130)

СОВРЕМЕННАЯ РЕКЛАМА НА ТРАНСПОРТЕ

В исследовании рассматриваются вопросы применения цифровых технологий в рекламе на транспорте. Сегодня применение цифровых технологий в различных областях жизнедеятельности человека не вызывает сомнений [1]. Примером, демонстрирующим широкие возможности цифровых технологий становится город. Современный же город не мыслим без транспортного комплекса. Сегодня он 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 [2] и в транспортном комплексе в частности, связано с расширением сферы ее влияния на человека. Мы, в своем исследовании, предлагаем различные варианты рекламы автодома. Автодом в сегодняшних экономических реалиях стал очень востребованным видом трнспорта для путешествий по России. По статистике за третий квартал 2024 года спрос на автодом для путешествий вырос на 40%, готовность купить - на 48,3%, а если бы цена была бы доступней, то желание приобрести изявили - 77%. Автодом - так называют компактные дома на колёсах, созданные на основе минивенов. Самые популярные кемпервены построены на базе Volkswagen T6, Mercedes Viano и Hyundai Starex. Ввиду компактных размеров, кемпервены оснащаются небольшой кухней и подъёмной крышей и спальными местами. Компания Titan Outdoor, занимающаяся наружной и транспортной рекламой, начала эксперимент с цифровой рекламой на бортах автобусов и грузовиков.

Таким образом, транспортная реклама продвигает товары и услуги в социум. Цифровые технологии позволяют быстро и качественно воплотить различные проекты в жизнь, а сегодняшний уровень научно-технического прогресса расширяет полет фантазии дизайнера до невообразимых границ.

Список используемых источников

1. Королева, В. В. Изучение и применение цифровых технологий в процессе создания дизайн-проекта / В. В. Королева, В. В. Ячменева // Технология. Дизайн. Образование : Сборник материалов всероссийской (очно-заочной) научно-практической конференции с международным участием, Магнитогорск, 28–29 апреля 2022 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. – С. 338-343. – EDN AEFKSW.

2. 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.

УДК 712.2

Мещерякова С.А.

ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН В РЕШЕНИИ ЭКОПРОБЛЕМ

Ландшафтный дизайн играет важную роль в создании комфортной и эстетически привлекательной среды. Однако, несмотря на его положительные аспекты, существуют значительные экологические проблемы, связанные с этой сферой. Важно понимать эти проблемы, чтобы минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и способствовать устойчивому развитию.

Современный ландшафтный дизайн представляет собой важную область деятельности, которая непосредственно влияет на состояние окружающей среды. Поэтому стоит рассмотреть экологические проблемы, стоящие сегодня перед ландшафтным дизайном, среди которых выделяются: эрозия почвы, загрязнение, потеря биологических видов и пр.. Для того чтобы минимизировать негативные последствия, вызванные современным ландшафтным дизайном, необходимо внедрять устойчивые методы проектирования, которые будут способствовать восстановлению экосистем и сохранению биоразнообразия. Одним из ключевых моментов является использование местных растений в проектировании зеленых насаждений. Местные виды имеют высокую степень адаптации к климатическим и почвенным условиям региона. Другим - создание водоемов или дождевых садов может обеспечить приток влаги, способствуя поддержанию местной флоры и фауны. Важно, чтобы такие элементы включали в себя естественные процессы очистки воды, что поможет избежать загрязнения.

Таким образом, анализ и обобщения дают возможность завершить эту работу конкретными рекомендациями для дальнейших действий. В частности, разработка проектов [1, 2] и внедрение устойчивых практик ландшафтного дизайна, основанных на глубоком понимании экосистемных проблем, являются основополагающими для создания здоровой и гармоничной окружающей среды для будущих поколений.

Список используемых источников

1. Леймакин, А. А. Информационные технологии в проектировании дизайн проектов / А. А. Леймакин, В. В. Ячменева // 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. 597. – EDN VLWLAR.

2. 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, ФГОУ ВО «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 Ячменёвой В.В.(AuthorID: 490504)

УДК 73

Соколова А.А.

ЧЕЛОВЕК В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Городское пространство – это сложная и динамичная система, воспринимаемая человеком через органы чувств. Архитектура, планировка, инфраструктура, звуковые и визуальные раздражители формируют уникальный образ города и влияют на его восприятие. Взаимодействие с городским пространством определяется способом передвижения, выбором маршрутов, использованием различных услуг и инфраструктуры. Городская среда может как стимулировать, так и ограничивать человека в его действиях и выборе, формируя своеобразную систему "стимулов и барьеров".

Влияние городской среды на человека зависит от его индивидуальных особенностей, возраста, социального статуса и образца жизни. Городская среда имеет значительное влияние на психологическое состояние человека. С одной стороны, перенаселенность, шум, загрязнение, скорость жизни и конкурентная среда могут приводить к стрессу, тревоге и негативным эмоциям. С другой стороны, город предлагает богатый выбор возможностей для самореализации, социальной жизни, досуга и образования. Это может стимулировать креативность, инновации и интеллектуальное развитие. Городская среда также влияет на поведение человека, формируя определенные нормы и модели поведения. В городах увеличивается количество контактов, ускоряется темп жизни. Архитектура и дизайн городской среды играют ключевую роль в формировании благоприятного жизненного пространства. Функциональная планировка, экологические и дизайнерские проекты [2], учет интересов и предпочтений горожан [1], эстетическая привлекательность, использование зеленых зон, озеленение и архитектурные детали влияют на восприятие и психологическое состояние человека.

Перспективы развития городов лежат в интеграции экологических, социальных и экономических факторов. Города должны стать более устойчивыми, безопасными, комфортными, доступными и инклюзивными для всех жителей.

Список используемых источников

1. Development Of Professional Interest In Design And Graphic Activities In Future Designers / A. V. Ekaterinushkina, Yu. S. Antonenko, T. V. Salyaeva [et al.] // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS : 3 rd International Scientific Conference “Social and Cultural Transformations in the Context of Modern Globalism” dedicated to the 80th Anniversary of Turkayev Hassan Vakhitovich, Grozny, 27–29 февраля 2020 года. – European Publisher: European Publisher, 2020. – P. 1705-1711. – DOI 10.15405/epsbs.2020.10.05.224. – EDN GEWYTA.

2. Леймакин, А. А. Информационные технологии в проектировании дизайн проектов / А. А. Леймакин, В. В. Ячменева // 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. 597. – EDN VLWLAR.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Ячменёвой В.В.(AuthorID: 490504)

УДК 623.44

Сохачевский Я.К. (AuthorID: 1145461), **Сохачевский М.К.** (AuthorID: 1145130)

ДИЗАЙН НАГРАДНОГО ОРУЖИЯ (ЗЛАТОУСТОВСКАЯ ГРАВЮРА)

Златоустовская грвюра - один из видов художественных промыслов России, а именно Урала. Златоуст хорошо известен специалистам оружейного дела, искусствоведам и коллекционерам холодного оружия во многих странах мира. Известеность и славу городу принесла тонкая и изящная цветная гравюра на стали в сочетании с золотом и серебром, покрывающая металлические изделия [1, 2].

Еще в начале 19 века было решено создать центр по выпуску холодного оружия, в котором так нуждалась в то время армия. Были приглашены известные мастера Германии, которые заложили культуру и манеру изготовления клинков. В совместной деятельности с русскими мастерами, которые обладали острым чувством меры, художественного чутья и вкуса, умели придать изделию звонкость и ликование, зародился свой неповторимый стиль гравюры на металле. Возникновение уникального художественного стиля принято связывать с именами И. Бушуева и И. Бояршинова. Фабрика выполняла правительственные заказы. Украшенные гравировкой с позолотой наградное оружие дарили высокопоставленным особам и демонстрировали на мануфактурно-промышленных выставках. Производили: кинжалы из стали; гусарские сабли; кирасирские и драгунские палаши; армейские и гвардейские тесаки; охотничьи ножи. Работы хранятся в Оружейной палате Московского Кремля. Ориентация на прямую историческую преемственность и высокое исполнение качества гравюры стала характерной особенностью художественного стиля сегодня. Дизайн более чем за 200 лет притерпел изменения, но остался таким же узнаваемым, благодаря уникальной технологии. Востребованным все так же является украшенное подарочное, наградное холодное оружие — парадные и подарочные шашки, сабли, мечи.

Как в прошлом, так и сейчас дизайн наградного оружия - индивидуальная работа мастера и художника. Златоустовские ножи сегодня, как и раньше, соответствуют всем требованиям стандарта. Наградные офицерские кортики до сих пор делают в мастерских маленького уральского города.

Список используемых источников

1. Соколова, М. С. Орнамент и металлическое кружево русских мастеров : монография / М. С. Соколова, М. В. Соколов ; М. С. Соколова, М. В. Соколов ; М-во образования и науки Российской Федерации, ГОУ ВПО "Магнитогорский гос. ун-т". – Магнитогорск : Магнитогорский гос. ун-т, 2010. – 145 с. – ISBN 978-5-86781-825-8. – EDN QSOZID.

2. Соколов, М. В. Период 1950-60-годов как переломный момент в развитии златоустовской гравюры / М. В. Соколов, М. Н. Бурак // Современные тенденции развития изобразительного, декоративно-прикладного искусств и дизайна : Сборник статей, Магнитогорск, 28–30 апреля 2015 года / Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова; Ответственные редакторы: М.С. Соколова, М.В. Соколов. Том Выпуск 12. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2015. – С. 94-100. – EDN VCXZBH.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Королевой В.В. (AuthorID: 351898).

УДК 747

Попова К.С.

ПРОБЛЕМЫ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА

В нашем исследовании рассмотрены актуальные проблемы ландшафтного дизайна, связанные с урбанизацией, экологическими вызовами и эстетическими аспектами. Особое внимание уделено необходимости интеграции природных и искусственных элементов, сохранению биоразнообразия и повышению функциональности городских и загородных ландшафтов. На основе анализа существующих подходов и методик предложены рекомендации по устойчивому проектированию. Результаты исследования демонстрируют перспективы развития ландшафтного дизайна с учетом современных требований [1, 2].

Современный ландшафтный дизайн сталкивается с рядом вызовов, которые требуют пересмотра существующих подходов.

Устойчивое проектирование, включающее использование нативных растений, многофункциональность пространств и учет местных условий, позволяет минимизировать экологические и социальные проблемы. Будущее ландшафтного дизайна [3] зависит от интеграции технологий, природы и культурных ценностей, что обеспечит гармоничное взаимодействие человека с окружающей средой. Перспективы исследований: Разработка цифровых инструментов для моделирования экологически устойчивых ландшафтов. Изучение взаимодействия ландшафтного дизайна.

В заключение можем сказать, что решение основных проблем ландшафтного дизайна требует комплексного подхода, включающего экологическую устойчивость, творческое проектирование и учёт интересов разных социальных групп. Инновационные технологии, междисциплинарное сотрудничество и акцент на локальную специфику помогут создать функциональные, экологически безопасные и эстетически выразительные пространства.

Список используемых источников

1. Жданова, Н. С. Изучение визуального восприятия студентов на примере родного города / Н. С. Жданова // Архитектура. Строительство. Образование. – 2019. – № 2(14). – С. 31-38. – DOI 10.18503/2309-7434-2019-2(14)-31-38. – EDN NDWPEV.

2. Леймакин, А. А. Информационные технологии в проектировании дизайн проектов / А. А. Леймакин, В. В. Ячменева // 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. 597. – EDN VLWLAR.

3. Чернышова, Э. П. Ландшафтная организация городской среды: проектирование скверов и парков / Э. П. Чернышова, А. Д. Григорьев. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2013. – 289 с. – ISBN 978-5-9967-0358-6. – EDN RRFUUP.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Ячменёвой В.В.(AuthorID: 490504)

УДК 745/749

Ячменёва В.В. (AuthorID: 490504)

ИЗУЧЕНИЕ РОСПИСИ ПО ДЕРЕВУ СТУДЕНТАМИ-ДИЗАЙНЕРАМИ

Дизайнеры и художники интерьера постоянно ищут новые идеи оригинального дизайна интерьера. Одним из самых интересных вариантов является художественная роспись по дереву, которая берет своё начало с давних времён. Появилась она сотни лет назад, и на сегодняшний день является одной из самых востребованных и популярных декоров в Европе и во всем мире. К примеру, используя роспись как декор, можно создавать целостную композицию, которая прекрасно будет гармонировать с интерьером всего помещения и влиять на визуальное восприятие данного интерьера в целом [2]. С другой стороны, можно использовать старую мебель, которая давно уже потеряла свой вид, чтоб дать ей «вторую жизнь».

Огромный потенциал, заложенный в народном декоративно - прикладном искусстве, обеспечил его широкое использование различных технологий в декорировании интерьера. Технические приёмы, специальные ремесленные навыки в конкретном виде декоративно - прикладного искусства находится в тесной взаимосвязи с формированием образного, ассоциативного мышления, творческой фантазии, воображения студентов. Почти каждая область и каждый регион нашей страны имеет различные направления художественной росписи по дереву [1]. Дял нас интересна - урало-сибирская роспись. Студенты знакомятся с ее основами на дисциплине «Основы производственного мастерства» (ОПМ), где урало-сибирская роспись выступает одним из условий формирования графических навыков у студентов на ряду с рисунком, графикой и шрифтовой композицией [2]. Этот промысел отличает удивительная гармоничность и цельность. Самая популярная композиция – букет. Изображения птиц и зверей в этом промысле тоже не редкость. Результатом изучения приемов росписи является творческая работа - роспись табурета. Табурет студенты предварительно проектируют и выполняют из дерева на предыдущих занятиях ОПМ. Реализация проекта от разработки до воплощения - цель обучения студентов-дизайнеров, формирующая компетенции будущих дизайнеров.

Подводя итог, можно отметить, что изучение студентами народных промыслов, а именно - росписи по дереву, позволяет понять особенности построения композиции, колористического решения изделия или объекта творчества, стилизации элементов росписи. Создание эскиза и выполнение творческой работы способствует формированию образного, ассоциативного мышления, творческой фантазии, воображения студентов.

Список используемых источников

1. Соколова М.С. Художественная роспись по дереву: Технология народных художественный промыслов. - М,: ВЛАДОС, 2002. - 304 с.

2. 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.

УДК 747/721.012

Екатеринушкина А.В. (AuthorID: 317742), **Рыжкова В.С.**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОФИСНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Исследование офисных пространств требует разработки оптимального решения для создания продуктивной среды и комфортного психологического микроклимата в коллективе. Экспериментальная часть исследования в рамках проектирования офисных пространств является основополагающей, включает в себя комплекс эмпирических методов. Для эффективного процесса получения достоверных данных об объекте проектирования разработана модель эксперимента (рис. 1).

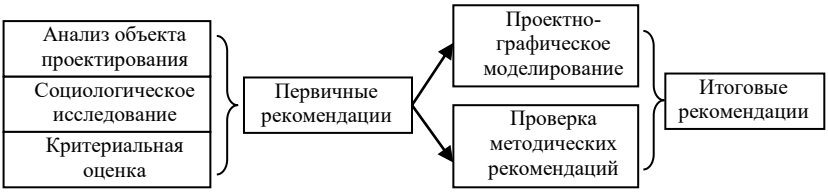


Рисунок 1. Модель экспериментальной части проектирования.

Согласно модели, начало эксперимента проводится в три основных этапа. Анализ объекта позволяет выявить его структурные характеристики, специфику функционирования, облик помещения и его наполнение, современное состояние и место в типологической группе. Социологическое исследование направлено на получение данных о социальной группе-потребителе (тип потребителя, удовлетворенности, интересы и потребности, условия востребованности в объекте потребления и пр.). Критериальная оценка объекта позволяет выявить объективные данные об объекте в зависимости от цели эксперимента (основными критериями выступают: функциональные, эргономические, эстетические). На основе полученных данных формулируются первичные методические рекомендации к проектированию. Они проверяются в авторском проекте и при условии расширения базы исследования. В данном процессе происходит корректировка всех компонентов проектируемого объекта.

Экспериментальная часть проектирования офисных пространств ориентируется на два направления: 1) обеспечение функциональности и эргономичности офиса в соответствии с происходящими в нем процессами, условиями работы; 2) обеспечение положительной мотивации на выполнение рабочих задач и сохранение микроклимата коллектива посредством эстетической составляющей проекта и оптимального распределения зон для сотрудников офиса.

Реализация модели экспериментальной части обеспечивает доказательную базу для выполнения всех этапов проектных работ. Ее результатом является разработка комплекса методических рекомендаций к проектированию, которые будут универсальны для данной типологической группы объектов, ориентированы на органичное взаимодействие коллектива.

УДК 747

Екатеринушкина А.В. (AuthorID: 317742)

ОРИЕНТАЦИЯ ПРОГРАММ САПР НА ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Обеспечение устойчивого улучшения качества проектируемой и выпускаемой продукции осуществляется только при условии постоянных взаимодополняющих и взаимодействующих мероприятий. Разработка любого изделия или объекта должна быть ориентирована на его жизненный цикл, который представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов изменения состояния продукции в течение периода её создания и использования, начиная от маркетинга и изучения рынка до эксплуатации и утилизации. В учебном процессе основными этапами жизненного цикла изделий и объектов являются их проектирование и разработка конструкции. Задача студентов научиться осуществлять художественное проектирование и инженерное конструирование, составлять конструкторскую документацию согласно ГОСТ 2.103—68 «Единая система конструкторской документации. Стадии разработки». В этой связи программы САПР становятся обязательным компонентом в обучении. Это связано с тем, что современные производства, в большинстве своем, автоматизированы и направлены на цифровизацию всех этапов. В отличие от программ-визуализаторов, графических редакторов, САПР представляют собой комплексные программные пакеты, которые предназначены не только для разработки изделий, но и для формирования конструкторской документации для дальнейшего производства. То есть, они позволяют не просто презентовать изделие, но и запустить его в реализацию.

На этапе художественного проектирования и инженерного проектирования жизненного цикла изделий и объектов используются программы CAD (Computer Aided Designed). Они направлены на выполнение графических работ (двумерное черчение и трехмерное геометрическое проектирование) и составление текстовых конструкторских документов (паспортов, спецификаций, пояснительных записок). Основным функционалом является выполнение альбомов чертежей различного назначения и 3D моделей (каркасных, поверхностных, твердотельных) с возможностью расчетных процедур и текстовой информации.

Ориентация программ САПР на жизненный цикл изделий в учебном проектировании имеет цель повышения эффективности обучения дизайнеров, инженеров, конструкторов. Данный процесс обеспечивает: сокращение сроков выполнения проектных и конструкторских задач, что позволяет увеличить объем получаемых компетенций; повышение качества выполняемых изображений, направленное на исключение ошибок при работе вручную; возможность взаимодействия на разных этапах жизненного цикла изделий.

Список используемых источников

1. Екатеринушкина, А. В. Роль конструкторской документации при проектировании художественно-промышленного изделия / А. В. Екатеринушкина // 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. 211-215. – EDN BXVRBQ.

УДК 004.94

Королева В.В. (AuthorID: 351898), **Филиппов Е.Г.** (AuthorID: 461649)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Моделирование логистических сетей — это мощный инструмент, позволяющий оптимизировать цепочки поставок и повысить эффективность бизнеса.

Современный рынок предлагает широкий спектр программного обеспечения для решения этой задачи: от специализированных пакетов до универсальных платформ моделирования и симуляции. Выбор конкретного программного обеспечения зависит от: сложности моделируемой системы; требуемого уровня детализации; финансовых возможностях компании. Выбор ПО определяется задачами моделирования. Например, для моделирования простых логистических систем может подойти программное обеспечение с более ограниченным функционалом и интуитивным интерфейсом. Для сложных сетей с множеством взаимосвязанных элементов необходимы более мощные инструменты, предоставляющие возможности детального анализа и оптимизации. Программы — Arena, Modsim и Promodel — являются лишь верхушкой пирамиды При выборе ПО следует учитывать такие факторы, как стоимость лицензии, наличие необходимых функций, удобство использования, поддержка и доступность обучающих материалов. Основные этапы имитационного моделирования следующие: формулировка проблемы, планирование проекта, разработка модели, эксперимент и анализ, интерпретация результатов, реализация и мониторинг. После разработки модели проводятся эксперименты с различными сценариями и параметрами. Результаты моделирования анализируются для оценки влияния различных факторов на ключевые показатели эффективности. Этот этап может включать статистическую обработку данных и использование специальных методов анализа. На основе результатов моделирования разрабатываются рекомендации по оптимизации логистической сети. Реализация и мониторинг. На этом этапе реализуются рекомендации, разработанные на основе моделирования. Важно мониторить эффективность изменений и вносить корректировки, это позволяет обеспечить долгосрочный эффект от моделирования.

В заключении хотелось бы отметить, что правильно выполненное моделирование может привести к значительному повышению эффективности логистической сети и снижению затрат.

Список используемых источников

1. Королева, В. В. Модель решения задачи о замене оборудования / В. В. Королева, Е. Г. Филиппов, В. В. Ячменева // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвящённой 100 - летию Казанского ГАУ, Казань, 10–11 июня 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 160-168. – EDN TBNTRM.

2. Описание структуры модели логистической сети организации / С. А. Повитухин, В. В. Королева, О. С. Логунова, В. В. Ячменева // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2021. – Т. 9, № 1. – С. 29-32. – DOI 10.18503/2306-2053-2021-9-1-29-32. – EDN BPFZTS.

УДК 378, 908

Кравцов Т.В. (студент)

ЭКСКУРСИЯ-КВЕСТ «МОЙ ГОРОД»

Магнитогорск – моногород. Мероприятие направлено на изучение истории архитектуры города Магнитогорска. Материалы экскурсии включают в себя тематические блоки: фото – и видеоматериалы по истории Магнитогорска (в том числе кинохроники), карты, задания для исторических и научных квестов и экскурсий, задания для самостоятельных исследований. Экскурсия -квест по старым фотографиям нашего города: Уральская, 36 – «Немецкий квартал» - улица Комсомольская – кинотеатр им. Горького – проспект Металлургов, сквер Металлургов – кинотеатр «Комсомолец». Целевая аудитория: студенты 1-2 курсов.

Цель: формирование у участников базовых знаний по истории города в целом и архитектуры, в частности.

Познавательная экскурсия-квест призвана познакомить студентов с городскими достопримечательностями и любопытными историческими фактами, а также проверить наблюдательность: найти по черно-белым ретро - фотографиям современные объекты. В процессе прохождения экскурсии-квеста есть возможность сделать перерыв, чтобы перекусить или просто попить кофе в маленькой кофейне на одной из улиц нашего города.

Значимость подобного рода мероприятий заключается в формировании патриотизма через воспитание любви к своей малой Родине, формирование общего культурного кода, который будет способствовать благоприятному развитию межнациональных отношений. В частности, вопросы о городских памятных местах, локальных исторических событиях, названиях улиц, местных исторических персоналиях включены в дисциплины по изучению региональной архитектуры Урала.

Маршруты экскурсии составлены с учётом научной и фактической достоверности на основе документальных [1, 2], периодических источников и литературного наследия магнитогорских поэтов.

Список используемых источников

1. Жданова, Н. С. Архитектурно-историческое наследие в воспитании ценностных ориентаций будущих дизайнеров / Н. С. Жданова, А. В. Екатеринушкина, Ю. С. Антоненко // Философия образования. – 2019. – Т. 19, № 4. – С. 153-162. – DOI 10.15372/PHE20190411. – EDN WVSKFB.

2. Modernization of objective-spatial environment of regional ethnography museums / N. S. Zhdanova, A.V. Ekaterinushkina, A. D. Grigorev [et al.] // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS : Conference: SCTCGM 2018 - Social and Cultural Transformations in the Context of Modern Globalism, Grozny, 01–03 ноября 2018 года. – Future Academy: Published by the Future Academy, 2019. – P. 1701-1709. – DOI 10.15405/epsbs.2019.03.02.198. – EDN AOZMDE.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Ячменёвой В.В. (AuthorID: 490504)

УДК 004.921

Саляева Т.В. (AuthorID: 692828)

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНИКИ ДУДЛИНГА В СОЗДАНИИ ПРИНТОВ ФИРМЕННОГО СТИЛЯ СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ

В настоящее время очень популярен активный образ жизни, а также занятия спортом и посещение различных мероприятий, которые связаны экстремальной деятельности. Ежегодно, не только в нашей стране, но и во всем мире проводятся различные фестивали, конкурсы, марафоны и соревнования. В этих мероприятиях люди разных возрастов принимают участие и показывают свои способности. Вся эта деятельность превратилась в настоящую культуру общения, которая развивается и идет в ногу со временем. В нашей стране, ежегодно строятся экстремальные парки, специально подготовленные площадки для спорта, треки для автогонок, а так же проектируют специальную одежду для этих мероприятий, соревнований [1] .

Для такаих мероприятий очень часть разрабатывают фирменные стили. В отличие от российских брендов, большому количеству западных свойственно делать вещи с необычными, интересными и оптимистичными принтами. Очень часто для создания таких принтов используют такую интересную технику как дудлинг. Для большей оригинальности и выразительности многие бренды использую именно технику дудлинг в создании принтов для спортивной одежды.

Интересным примером является американская компания спортивной одежды «Nike». Бренд специализируется на изготовлении не только одежды, но и обуви, поэтому изображения наносятся не только на кофты, футболки и куртки, а также на кроссовки, ботинки и сланцы. Дизайнеры «Nike» очень серьёзно подходят к работе с типографикой. Надписи, нанесенные на футболки, легко читаются и выглядят очень эффектно [2]. Часто, авторы принтов, используют визуальную технику дудлинг и зентангл. Данные техники позволяют сделать изображения еще интереснее и детальнее, что привлекает потребителя. Изображения, нанесенные на одежду и обувь, бывают как цветными, так и черно-белыми. Если в принте присутствуют цвета, то они обязательно яркие и сочные. Художники и дизайнеры пытаются разукрасить каждую деталь и сделать изображение выразительным и необычным. Данная техника, в настоящее время является одной из самых актуаль-ных в создании объектов фирменного стиля компаний.

Список используемых источников

1. Development of professional interest in design and graphic activities in future designers / Ekaterinushkina A.V., Antonenko Yu.S., Salyaeva T.V., Yachmeneva V.V., Norets A.I. // В сбор-нике: European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS. International Scientific Conference dedicated to the 80th anniversary of Turkayev Hassan Vakhitovich. Kh. I. Ibragimov Complex Research Institute. 2020. С. 1705-1711.

2. Саляева Т.В., Ячменёва В.В. К вопросу изучения исторических предпосылок возникновения рекламы студентами, обучающимися по профилю "графический дизайн". Прото-реклама // В сборнике: Творческое пространство образования. Сборник материалов внутриву-зовской (очно-заочной) научно-практической конференции. 2018. С. 57-59.

УДК 371. 389

Григорьев А.Д. (Author ID: 659081)

ФОРМАЛЬНАЯ АССОЦИАТИВНАЯ КОМПОЗИЦИЯ КАК ОСНОВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНОВЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ

Формальная ассоциативная композиция играет важную роль в обучении проектированию студентов-дизайнеров самых различных профилей профессионального обучения. Композиционное мышление является одним из основополагающих профессиональных умений, без владения которым невозможно овладеть профессиональными навыками. В рамках курса основ формальной композиции студенты разрабатывают ассоциативные композиции на самые различные темы. Главным требованием к таким композициям является эмоциональное и образное соответствие заданной теме. Наиболее часто используется метафорический перенос образных качеств из различных видов искусств в изобразительное. Например, студентам предлагается нарисовать композицию на тему выбранной мелодии или хокку - японского трехстишья. Часто задания бывают связаны с ассоциациями на тему передачи образного или эмоционального состояния природы или человеческих ощущений.

Помимо базовых профессиональных изобразительных умений, создание формальной, или, как её еще называют «Беспредметной» ассоциативной композиции формирует целый ряд профессиональных знаний, умений и навыков:

- формирование навыков анализа и синтеза - умение разбирать анализируемый объект на составляющие и собирать их в новом качестве;
- углубление понимания формальных принципов дизайна - осознание свойств и средств формальной композиции и их применение в дизайне;
- развитие эстетического вкуса - важное качество дизайнера;
- понимание практической применимости композиционных принципов в различных областях дизайна - от графического до средового;
- обучение работе с метафорами и символами - профессия дизайнера является во многом философской, что требует умения работать со смыслами;
- повышение способности к различным видам экспериментов.

Важным результатом всего перечисленного выше является развитие у студентов-дизайнеров креативного мышления. Это позволяет студентам:

- отходить от стандартных паттернов мышления и привычных решений.
- находить новые способы комбинирования традиционных средств дизайна и формообразования;
- генерировать уникальные идеи для дизайна, основанные на интуитивных, ассоциативных, метафорических и семантических связях.

Формальная ассоциативная композиция — это мощный инструмент в обучении дизайну, который помогает студентам развить комплексный подход к созданию уникальные решений. Она способствует формированию творческого мышления, углублению понимания принципов формообразования в дизайне и повышению эстетической компетентности, студенты готовятся к работе в реальных условиях, где требуется находить решения для конкретных нестандартных задач.

УДК 7.012; 004.032.26

Зотова Д.А. (AuthorID: ID1037775)

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ АДДИТИВНОЙ И СУБТРАКТИВНОЙ ЦВЕТОВОЙ МОДЕЛИ

Цвета окружают нас повсюду, наполняя жизнь красками и эмоциями. Они играют важную роль в искусстве, дизайне и повседневной жизни. В основе ценообразования лежат две фундаментальные модели: аддитивная и субтрактивная. Понимание их особенностей и различий может существенно обогатить наше восприятие визуального мира.

Аддитивная цветовая модель, или RGB, основывается на принципе сложения света. Основными цветами в этой модели являются красный, зеленый и синий. При смешении этих цветов в различных пропорциях можно получить практически любой оттенок. Когда все три цвета накладываются друг на друга в равной мере, образуется белый свет. Аддитивная модель дарит нам яркие, насыщенные изображения, которые буквально светятся.

В противоположность аддитивной модели субтрактивная модель основана нсмешении пигментов. Основными цветами здесь являются циан (C), маджента (M) и желтый (Y). Принцип действия субтрактивной модели заключается в поглощении света: каждый пигмент поглощает определенные длины волн и отражает другие. Добавление черного (K) усиливает глубину и насыщенность цветов, что особенно важно в полиграфии. Представьте художника, смешивающего краски на палитре: каждая новая смесь поглощает часть светового спектра, оставляя тот цвет, который мы видим. В отличие от аддитивной модели, создающей цвета путем добавления света, субтрактивная модель удаляет свет, создавая таким образом цвет.

Как эти модели влияют на наше восприятие? Аддитивная модель, основанная на свете, воспринимается как более яркая и интенсивная. Вспомните неоновые вывески, праздничные огни, экраны компьютеров — все это примеры аддитивного цветового пространства, где цвета кажутся светящимися и насыщенными. Субтрактивная модель, напротив, ближе к нашему опыту взаимодействия с физическими объектами. Цвета здесь могут быть более приглушенными, но при этом обладают богатством и глубиной, которые трудно достичь при использовании только света. Примером могут служить краски на холсте художника или природные цвета, такие как оттенки осенних листьев. Аддитивная и субтрактивная цветовые модели — фундаментальные принципы формирования цвета, каждый из которых играет важную роль в нашей жизни. Знание различий между этими моделями помогает дизайнерам и художникам выбирать подходящие методы и инструменты для создания желаемых эффектов. Для создания ярких и насыщенных изображений в цифровой среде используется аддитивная модель, для печати и работы с красками — субтрактивная.

Список используемых источников

1. Камалова, С. Р. Цветовые модели количественного описания цвета / С. Р. Камалова // Технические науки: проблемы и решения : Сб. статей по материалам LXIII международной научно-практической конференции, Москва, 16 августа 2022 года. Том 8 (58). – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Интернаука", 2022. – С. 47-54. – EDN SHTRJZ.

УДК 7.012; 004.032.26

Зотова Д.А. (AuthorID: ID1037775), **Поляков С.А.**

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ НА ДИЗАЙН: ПРОБЛЕМЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ

Развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) и, в частности, нейросетей, значительно изменило подход к дизайну. Нейросети способны анализировать большие объемы данных и генерировать визуальный контент на их основе, что открывает новые возможности для дизайнеров. Однако, наряду с преимуществами, это вызывает и ряд проблем, которые необходимо учитывать. Цель данной работы — исследовать проблемы использования нейросетей в дизайне.

Проблемы использования нейросетей в дизайне. **Отсутствие креативности.** Хотя нейросети могут имитировать креативные процессы, они не могут заменить человеческое воображение и интуицию. Люди способны привносить новые идеи и перспективы, основанные на личном опыте и культурном контексте, тогда как нейросети ограничены своими алгоритмами и обучающими данными. **Этические и правовые вопросы.** Использование нейросетей вызывает вопросы, связанные с авторскими правами и интеллектуальной собственностью. **Утрата индивидуальности.** Постоянное использование нейросетей может привести к утрате уникального стиля и индивидуальности дизайнера. Стандартизация и унификация дизайнов, созданных нейросетями, могут снизить разнообразие и уникальность в сфере дизайна. **Неполноценное понимание контекста**: Нейросети часто работают на основе общих данных и могут не учитывать контекст или специфические требования конкретного проекта. **Зависимость от технологии:** Чрезмерная зависимость от нейросетей может привести к снижению профессиональных навыков дизайнеров. Постепенное снижение ручной работы и интеллектуального вклада в проект может ухудшить компетенции и творческие способности специалистов.

Несмотря на многочисленные преимущества, использование нейросетей в дизайне сопряжено с рядом проблем, которые могут негативно сказаться на креативности, уникальности и качестве дизайнерских работ. Важно находить баланс между использованием технологий и сохранением человеческого вклада в творческий процесс. Будущее дизайна должно включать в себя этические и устойчивые подходы, которые позволят сочетать инновационные технологии и уникальность человеческого творчества.

Список используемых источников

1. Зотова, Д. А. Использование нейросети при проектировании интерфейсов, примеры существующих технологий / Д. А. Зотова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы докладов 82-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 22–26 апреля 2024 года. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2024. – С. 399. – EDN YMHMUA.

2. Филиппов, Р. А. Влияние графических нейронных сетей на развитие web-дизайна / Р. А. Филиппов // Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках: Сб. материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием, Брянск, 04–06 июня 2024 года. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2024. – С. 112-116. – EDN OTRXYO.

УДК 7.012; 004.032.26

Зотова Д.А. (AuthorID: ID1037775), **Поляков С.А.**

МАТЕМАТИКА В ДИЗАЙНЕ

В данной работе рассматривается важность и применение математических концепций в дизайне. Основное внимание уделяется таким понятиям, как золотое сечение, фракталы, симметрия и теория пропорций, которые играют ключевую роль в создании гармоничных и эстетически привлекательных дизайнов. Также обсуждаются современные методы генеративного дизайна и параметрического проектирования, использующие сложные математические алгоритмы для создания уникальных форм и структур.

Что общего имеют такие, казалось бы, не связанные друг с другом природные явления, как расположение семян подсолнечника, элегантная спираль раковины улитки и форма Млечного Пути? **Золотое сечение** (≈1,618) — универсальный принцип, встречающийся в природе и искусстве. Оно используется в графическом дизайне, архитектуре (например, Парфенон) и фотографии (правило третей). Исследования показали, что люди предпочитают пропорции, близкие к золотому сечению, что делает его важным инструментом в создании гармоничных композиций.

Фракталы- сложные геометрические структуры, которые повторяются на разных масштабах. Одни фрактальные множества представляют собой кривые или поверхности, другие — несвязную «пыль»; есть и такие, чья форма столь причуд-лива, что ни наука, ни искусство не в состоянии предложить подходящее для них название. Они широко распространены в природе (облака, деревья, береговые линии) и используются в компьютерной графике, медицине и финансовом анализе. Классические примеры фракталов — множество Мандельброта, кривая Коха и треугольник Серпинского.

Теория пропорций изучает соотношения размеров элементов для достижения гармонии. В архитектуре (Парфенон, Собор Парижской Богоматери) и графическом дизайне пропорции используются для создания сбалансированных композиций. В музыке пропорции определяют гармонию и мелодию.

Математика и дизайн тесно взаимосвязаны. Математические концепции и методы позволяют создавать гармоничные, эстетически приятные и функциональные дизайнерские решения. Понимание и применение этих принципов помогает дизайнерам достигать новых высот в своей работе.

Список используемых источников

1. Дмитриев, В. Л. Популярно о фракталах: многообразие фракталов и их классификация / В. Л. Дмитриев, А. К. Мухаметова // NovaInfo.Ru. – 2015. – Т. 1, № 38. – С. 45-64. – EDN VADTIN.

2. Третьяк, Е. А. Фракталы: красота в сложности / Е. А. Третьяк, К. А. Камчатная // Математика, информатика, физика: проблемы и перспективы : сборник научных статей международной научно-практической конференции, Оренбург, 25–26 апреля 2024 года. – Оренбург: Оренбургский государственный педагогический университет, 2024. – С. 377-383. – EDN EKFKDV.

3. Назаров, Ю. В. Особенности применения модульной сетки в дизайне сайтов / Ю. В. Назаров, Н. Ю. Казакова // Дизайн и технологии. – 2013. – № 37(79). – С. 23-28. – EDN TCTKCR.

УДК 687

Крылова Е.В.

ХУДОЖЕСТВЕННО-КОНСТРУКТОРСКОЕ РЕШЕНИЕ В РАЗРАБОТКЕ ВЕЧЕРНЕГО ПЛАТЬЯ «ХОЗЯЙКА МЕДНОЙ ГОРЫ»

В мире моды и дизайна вечернее платье всегда занимает особое место. В данном контексте платье «Хозяйка медной горы» представляет собой уникальный пример того, как можно сочетать художественное видение и конструктивные решения в разработке модного изделия. Платье «Хозяйка медной горы» вдохновлено знаменитым персонажем русской мифологии и литературы, олицетворяющей природные стихии и тайны. Этот образ, увековеченный в сказках и народных преданиях, служит не только символом красоты, но и мощной культурной метафорой.

Разработка вечернего платья «Хозяйка медной горы» , его визуальная часть платья начинается с выбора цветовой гаммы. Вдохновение черпается из природных оттенков. От глубоких изумрудных до ярких акцентов, отражающих игру света. Такой подход позволяет создать определенное настроение и атмосферу, которые непосредственно связаны с образом «Хозяйки медной горы». Кроме того, важнейшую роль в эстетическом восприятии играют материалы. Ткани, использованные в вечернем платье, должны быть качественными, гармонично сочетаться друг с другом и выглядеть дорого. Конструктивное решение вечернего платья «Хозяйка медной горы» начинается с выстраивания его основной формы. Одной из ключевых особенностей данного платья является его форма, напоминающая изгибы ящерицы. Силуэт платья создан с опорой на классические линии, которые всегда были актуальны. Впереди и сзади главного изделия создаются вертикальные линии, которые зрительно вытягивают фигуру. Общий образ дополняет легкая накидка. Художественно-конструкторское решение в разработке вечернего платья «Хозяйка медной горы» — это многогранный и тонко продуманный процесс, в котором данное платье становится не просто одеждой, а символом красоты родной природы.

Таким образом, платье «Хозяйка медной горы» является символом этого единства и станет не просто нарядом для особого случая, а настоящим высказыванием и отражением индивидуальности каждой женщины.

Список используемых источников

1. Емельянова, Н. М. Конструирование швейных изделий : Учебно-методическое пособие по дисциплине «Компьютерное обеспечение дизайн-проектирования» / Н. М. Емельянова ; Уральский государственный архитектурно-художественный университет. – Екатеринбург : Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 2019. – 122 с. – EDN TJMPDK.

2. Королева, В. В. Изучение и применение цифровых технологий в процессе создания дизайн-проекта / В. В. Королева, В. В. Ячменева // Технология. Дизайн. Образование : Сборник материалов всероссийской (очно-заочной) научно-практической конференции с международным участием, Магнитогорск, 28–29 апреля 2022 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. – С. 338-343. – EDN AEFKSW.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Ячменёвой В.В. (AuthorID: 490504).

Секция «Искусство и технологии в современном художественном производстве и образовании»

УДК 372.862

Аверьянова Т.А. (AuthorID: 721327), **Кузнецов Н.О.**

ФОРМИРОВАНИЕ У ШКОЛЬНИКОВ УМЕНИЙ САМОСТОЯТЕЛЬНО ПЛАНИРОВАТЬ И ВЫПОЛНЯТЬ УЧЕБНЫЕ ЗАДАНИЯ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГИИ

В современном мире развитие самостоятельной деятельности обучающихся имеет большую социальную роль. Обществу нужны люди не просто грамотные, люди-исполнители, а мастера, делающие свою работу качественно. Самостоятельная работа обучающихся – индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства учителя. Наиболее распространённые виды самостоятельной работы: работа с учебником, справочной литературой или первоисточниками, решение задач, выполнение упражнений, сочинения, изложения, наблюдения, конструирование, моделирование и т.д.

В процессе выполнения практических работ по технологии школьники, в основном, заняты исполнительской деятельностью. Планированием и организацией их работы занимается учитель. Контроль за ходом изготовления изделий осуществляется учителем. Всё это приводит к тому, что у школьников не формируются такие качества личности, как творческое отношение, самостоятельность в труде, умение организовывать своё рабочее место для предстоящей работы. У них отсутствует навык по выбору технологии изготовления изделия согласно чертежу, так как слабо развито техническое мышление, нет навыка осуществления самоконтроля в работе.

Самостоятельность школьников будет эффективнее, если:

- ввести в процесс обучения специальные задания, упражнения и задачи на развитие самостоятельности;
- включить обучающихся в проектную деятельность на уроках технологии;
- использовать принципы индивидуализации обучения, направленные на формирование самостоятельности у школьников на уроках технологии.

Исключительное влияние на мотивацию деятельности оказывает предоставление обучающимся права на самостоятельный выбор объекта проектирования и организацию труда. Главным результатом работы над проектом будут актуализация и приобретение новых знаний, навыков и умений.

Человеку, на протяжении всей жизни пригодятся навыки самоорганизации, как в учебной деятельности, так в рабочей и социальной сфере жизни. Важно грамотно формулировать задачи и распределять время на дела.

Список используемых источников

1. Поздеева, С.И. Учебная самостоятельность школьника: разное качество и способы формирования / С.И. Поздеева // Современный учитель – взгляд в будущее: Сборник научных статей международного научно-образовательного форума, Екатеринбург, 17-18 ноября 2022 года. – Екатеринбург: [б.и.], 2022. – С. 213-215. – DOI 10.26170/ST2022t1-70. – EDN VNVYHY.

2. Кормакова, В.Н. Самоорганизация учебной деятельности школьников / В.Н. Кормакова, Л.В. Махлеева // Профессиональное образование. Столица. – 2017. – № 6. – С. 13-16. – EDN YTYEPD.

УДК 37.031.4

Аверьянова Т.А. (AuthorID: 721327), **Макарова К.Д.**

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА УРОКАХ ТРУДА (ТЕХНОЛОГИИ)

Аддитивные технологии (обобщающее название для всех методов 3D-печати) позволяют создавать изделия послойно, исходя из компьютерной 3D-модели. Данная технология принадлежит Чарльзу Халлу, который в 1986 г. первым изобрел стереолитографический трехмерный принтер [1]. В последнее время интерес к аддитивным технологиям растет по всему миру.

С 1 сентября 2024 года в дисциплину «Труд (технология)» внесены изменения в модульную систему. На данный момент, согласно календарно-тематическому планированию, модуль «3D-моделирование, прототипирование, макетирование» реализуется 7-9 классах [2]. Основная тематика: модели и 3D-моделирование; макетирование и типы макетов; виды и свойства, назначение моделей; программа для редактирования готовых моделей; профессии, связанные с 3D-печатью: макетчик, моделлер, оператор 3D-печати, инженер 3D-печати, специалист в области аддитивных технологий, 3D-дизайнер оператор (инженер) строительного 3D-принтера, 3D-кондитер, 3D-повар; прототипирование: сферы применения, виды прототипов; технологии создания визуальных моделей; технология 3D-печати, классификация, устройство, настройка 3D-принтеров и печать прототипа; основные ошибки в настройках слайсера; контроль качества и постобработка распечатанных деталей; аддитивные технологии; области применения трехмерного сканирования; технологии обратного проектирования; этапы аддитивного производства; индивидуальный творческий (учебный) проект.

В данном исследовании выявили некоторые проблемы реализации данного модуля в современных условиях:

– отставание учебно-методического материала – не успевают адаптироваться к стремительному развитию 3D-технологий;

– необходимость повышения квалификации и переподготовки учителей технологии;

– отсутствие организационно-методического сопровождения проектной деятельности обучающихся в процессе освоения ими 3D-технологий.

Внедрение аддитивных технологий в образовательные программы открывает перед обучающимися новые возможности для обучения и развития, делая процесс образования более увлекательным и эффективным.

Список используемых источников

1. Аддитивные технологии / С.И. Анциферов, Е.А. Сычев, А.В. Карачевцева [и др.] // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов: Межвузовский сборник статей. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. – С. 51-55. – EDN BQBBKW.

2. Федеральная рабочая программа основного общего образования труд (технология) (для 5-9 классов образовательных организаций) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2024/07/frp-trud-tehnologiya-5-9-klassy-1-30.07.2024.pdf.

УДК 739.2

Вандышева О.В. (AuthorID:284956), **Каримуллина Э.И.**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТЕОРИТА КАК НЕТРАДИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА В ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЯХ

Нетрадиционные материалы в ювелирных украшениях активно используются по меньшей мере ещё с начала XX века. Так великий мастер модерна Рене Лалик бросил вызов традиционным представлениям о ювелирных изделиях, включив в своё творчество в данном направлении стекло, рог, необработанные кораллы и т.д. Затем, в связи с большими ограничениями использования драгоценных металлов в период Первой мировой войны, практику применения более доступных материалов в ювелирное производство ввела Коко Шанель. Современные тренды в ювелирном искусстве продолжают свои эксперименты в данном направлении. В качестве одного из альтернативных материалов для ювелирных изделий выступает на сегодняшний день космический материал – метеорит, лунный грунт и т.д. [1]

Метеорит (от греч. μετέωροϛ — «атмосферные и небесные явления») — часть метеорного тела, перемещающегося в межпланетном пространстве, упавшее на поверхность Земли или достигшая поверхности других небесных объектов. По вещественному составу метеориты подразделяются на 3 класса: каменные метеориты, железные метеориты и железокаменные метеориты. [2]. В древности метеориты служили объектами религиозного поклонения. Изделия из метеоритного железа ценились крайне высоко. Сегодня космический сплав железа с никелем превалирует на ювелирном рынке в производстве метеоритных украшений благодаря его оригинальному рисунку поверхности, так называемый видманштеттовой структурой - разновидности крупнозернистой кристаллической структуры, отличающейся геометрически правильным расположением элементов в виде пластин или игл внутри зёрен. Истинные ценители эксклюзивных ювелирных изделий высоко оценили завораживающую красоту, изящество и оригинальность украшений с использованием метеоритов.

Современные ювелирные изделия, считающиеся артефактами роскоши, с использованием нетрадиционных материалов, включая метеорит, имеют высокую экономическую ценность, обоснованную уникальность и эксклюзивность и инновационность.

Список используемых источников

1. Вандышева, О. В. Обоснование актуальности разработки проекта украшений с использованием нетрадиционных материалов / О.В. Вандышева, А.А. Макаренко // 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. 418. – EDN DBJCWK.

2. Combination of materials and technologies in arts, design, and crafts: development trends / T.A. Averyanova, O.V. 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.

УДК 7.03

Вандышева О.В. (AuthorID: 284956), **Лаврентьев В.В.**

АКТУАЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПРИРОДНОГО КАМНЯ В ТЕХНИКЕ ФЛОРЕНТИЙСКОЙ МОЗАИКИ

Мозаика, как вид художественной обработки камня, зародилась в глубокой древности. С течением времени она видоизменялась и усложнялась. По средствам художественной выразительности, возникли ее разновидности – александрийская, римская, византийская, русская и т.д. Флорентийская мозаика зародилась в Италии в эпоху Возрождения. Она стала широко применяться в монументальных и архитектурных композициях, а также станковых изделиях декоративно-прикладного искусства. Ее широкое применение архитекторами, мастерами декоративно-прикладного искусства разных стран привело к формированию специфических черт национальных и региональных школ [1].

Современная мозаика, основываясь на традициях и канонах классического искусства, отличается разнообразными экспериментами как в области технологий её изготовления (например, использование лазерной резки при раскрое деталей), так и в расширении возможностей использования материалов различных текстур, фактур и форм (сочетания камня со смальтами, металлами, керамикой, стеклом и т.д.). Все эти эксперименты привносят огромный вклад в развитие одного из самых древних и консервативных видов искусств. [2]

Актуальность художественных изделий в технике флорентийской мозаики обусловлена рядом факторов, таких как:

– неповторимость и уникальность - каждая композиция эксклюзивна, а яркие краски мозаики не выцветают даже после многолетнего использования;

– востребованность у коллекционеров и ценителей различных видов искусства;

– возможность широкого применения – данную технологию используют для создания элитных интерьерных и экстерьерных панно, орнаментальных вставок в предметах интерьера, при изготовлении столешниц из камня, в качестве вставок в ювелирных украшениях и т.д.

Несмотря на технологический прогресс, способ выполнения флорентийской мозаики остается трудоемким и рукотворным. Поэтому эти произведения достаточно дороги. Их ценность сопоставима с шедеврами классической живописи.

Список используемых источников

1. Хамзина, Л.З. Техника микромозаики в ювелирных украшениях / Л.З. Хамзина, В.В. Канунников // Технология. Дизайн. Образование: Сборник материалов Всероссийской (очно-заочной) научно-практической конференции, Магнитогорск, 28–29 апреля 2021 года. – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 2021. – С. 227-232. – EDN FICCED.

2. Канунников, В.В. Клеевые соединения в технологии изготовления художественного изделия из камня / В.В. Канунников, М.В. Минеева // 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. 160. – EDN ABWUME.

УДК 739.23

Герасимова А.А. (Author ID: 693282), **Карпенко Д.А.**

ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ ОБРАЗ КАК ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ

С древних времен до сегодняшнего дня основной задачей деятельности дизайнеров и художников остается художественно-образное преобразование мира через призму собственного восприятия. Именно поэтому одной из задач их деятельности является изготовление объектов, воплощающих в себе мировоззрение, стилевые предпочтения и художественные взгляды автора и потребителя.

Художественное произведение имеет истинную ценность, лишь тогда, когда в нем есть гармония, заложен художественный образ. Художественный образ – это выражение мастером своего мировоззрения, через которое он передает зрителям свое понимание действительности. Именно художественный образ способен передать зрителю эстетическое наслаждение, пробудить в нем чувство прекрасного. Необходимо отметить, что художественный образ является всеобщей категорией художественного творчества, формой истолкования и освоения мира с позиции определённого идеала путём создания эстетически воздействующих объектов.

В искусстве существуют определенные средства выражения. Это форма, фактура, текстура, цвет и другие. Гармонично используя эти средства, можно добиться наибольшей выразительности итогового образа. Помимо этих приемов очень активно используются такие, как стилизация (выявляются наиболее характерные черты предмета и уменьшается значительность других) и трансформация (заключается в изменении в размерах и формы отдельных частей).

Образное мышление отражает мировоззрение художника и мастера. Художник, мастер собирает, группирует, шлифует выразительность и создает собирательный образ – нечто промежуточное между объективным и субъективным, между сходством и несходством. Субъективность видения художника через образ становится объективной в восприятии многих людей.

Художник мыслит образами, искусство - это отражение действительности в форме чувственных образов, образ же является первоосновой художественного творчества, что подчеркивают специфику художественного мышления, воплощенную в произведении.

В центре любого художественного творчества находится сама идея, художественный образ, а также ее художественное выражение и творческая концепция. В этих рамках художественные стили и стилистические подходы служат ценными инструментами для художника, позволяя ему точно донести до аудитории основной посыл своей работы.

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.

УДК 739.23

Герасимова А.А. (Author ID: 693282), **Маргарян Т.Т.**

ПРИМЕНЕНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЭМАЛИ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ ИЗДЕЛИЯ ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОГО ИСКУССТВА

Художественное эмалирование можно считать одним из самых эффективных средств выражения и создания художественного образа, поскольку соединяет в себе колористическое начало, как предпосылку живописного аспекта, графическую и декоративно-прикладную составляющие.

Разработка эскизов, проектов и воплощение их в материале основывается на выработанных мастерами и теоретиками законах гармонии: комплексное проектирование предметной среды; проникновение эстетических требований во все области производства; учет связи материала и производимой из него вещи; соответствие эстетических и утилитарных свойств предмета. Художественное произведение имеет истинную ценность лишь тогда, когда в нем есть гармония, заложен художественный образ, который можно раскрыть формой, фактурой, цветом и т.д.

В современном мире ДПИ существует значительное многообразие техник выполнения художественных изделий. Мастера, используя опыт прошлого, создают объекты со сложными фактурами, декоративными покрытиями, традиционными и нетрадиционными материалами и вставками, что увеличивает художественную выразительность, образное решение изделия. Для создания образного решения художественного изделия в техниках художественного эмалирования необходимо изучить физические и технические свойства эмалей. В ходе исследования были выполнены техники неперегородчатой эмали.



Рисунок – 1. Техники художественного эмалирования

В мире современного декоративно-прикладного искусства художники имеют в своем распоряжении широкий спектр, которые предоставляют им практически бесконечные творческие возможности. Сочетание материалов, техник и технологий позволяет художникам, работающими с эмалью, раскрыть свой творческий потенциал, образное решение художественного изделия.

Список используемых источников

1. Герасимова, А. А. Необходимость создания современных экспериментальных образцов технической эмали для реализации художественной концепции произведения ДПИ в условиях малого предприятия / А. А. Герасимова, Д. А. Карпенко // Технология. Дизайн. Образование : сборник материалов Всероссийской (очно-заочной) научно-практической конференции: электронный ресурс, Магнитогорск, 13–14 апреля 2020 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020. – С. 205-213. – EDN ZTXDOS.

УДК 739.23

Герасимова А.А. (Author ID: 693282), **Тупицын И.Д.**

ОБОСНОВАНИЕ ПОПУЛЯРНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕЧЕЙ И ИХ АКСЕССУАРОВ В СОВРЕМЕННОМ ИНТЕРЬЕРЕ

Свет всегда был важной частью человеческой жизни, начиная с самых ранних этапов эволюции. Появление современной системы освещения в том виде, в котором мы наблюдаем их сейчас, связано с долгим процессом эволюции, который составил более 70 000 лет. Несмотря на развитие научно-технического прогресса во всех сферах жизни человека, в последнее время свечи стали неотъемлемым элементом домашнего уюта и релаксации. Их популярность обусловлена несколькими важными аспектами:

- Создание атмосферы. Мягкое мерцание пламени создаёт особую тёплую и уютную атмосферу, которая идеально подходит для холодных вечеров или романтического ужина. Такой свет наполняет пространство ощущением комфорта и спокойствия.
- Психологический эффект. Приглушённый свет свечей помогает снизить уровень стресса и напряжения. Исследования показывают, что мягкий свет стимулирует выработку мелатонина - гормона сна, способствующего расслаблению. Это объясняет, почему многие люди предпочитают использовать свечи перед сном или во время медитации.
- Релаксация и ароматерапия. Ароматические свечи, содержащие эфирные масла, обладают дополнительными преимуществами.
- Эстетическая составляющая. Современные свечи отличаются разнообразием форм, размеров и дизайна, могут стать настоящим украшением интерьера, подчеркивая индивидуальный стиль владельца.

Благодаря вышеперечисленному, свечи становятся не просто функциональным предметом, но и важным элементом декора, положительно влияют на эмоциональное состояние. К аксессуарам для свечей относятся: подсвечник, крышка, зажигалка, спички, щипцы для свечи, капельница, гасильник.

В современном мире свечи и их аксессуары продолжают играть важную роль в создании атмосферы и конкретизации стиля интерьера. В то же время они остаются элементом культурного наследия. Эстетические и технологические традиции изготовления таких предметов, несмотря на современные тенденции, сохраняют свою актуальность благодаря мастерству ремесленников и дизайнеров, стремящихся сочетать старинные техники с новыми материалами и идеями. Они играют ключевую роль в поддержке преемственности между прошлым и настоящим, обогащении современной культуры и формировании уникального художественного языка, который находит отклик у широкой аудитории.

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.

УДК 371.398

Давыдова В.П.

ВЛИЯНИЕ ПРИНЦИПОВ ПСИХОЛОГИИ НА ВЫБОР ПИТАНИЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ-СПОРТСМЕНА

Психология питания является важной составляющей успешной спортивной деятельности, т.к. она напрямую влияет на физическую форму, восстановление и общую работоспособность обучающегося-спортсмена. Питание не только обеспечивает организм необходимыми питательными веществами, но и формирует психологический настрой, который может существенно повлиять на результаты тренировок и соревнований. В условиях высоких нагрузок и стресса, правильное понимание и применение принципов психологии питания может стать ключом к достижению спортивных целей. Эмоциональное состояние и мотивация влияют на предпочтения в выборе продуктов и режима питания. Основные принципы психологии питания обучающегося-спортсмена:

Стресс и питание: риск переедания или недостаточное питание. К продуктам и напиткам, которые стоит ограничить при стрессе, относятся: кофеиносодержащие напитки, сладости, искусственные красители и консерванты.

Психологические барьеры: проблемы, связанные с восприятием собственного тела, могут влиять на пищевые привычки и спортивные результаты.

Работа с психологами и тренерами помогает справляться со стрессом, давлением и психологическими барьерами, связанными с восприятием собственного тела.

Мотивация и цели: установка конкретных целей и поддержка со стороны тренеров и команды улучшают подход к питанию и повысить результаты.

Психология восстановления: правильное питание играет ключевую роль в восстановлении после тренировок и соревнований.

Образовательные программы: необходимость внедрения образовательных программ по психологии питания в тренировочный процесс для повышения осведомленности обучающихся-спортсменов о важности правильного питания и процессе формирования пищевых привычек.

Индивидуальный подход: индивидуализация питания (расход энергии и частота её усвояемости), учитывающая как психологические, так и физиологические особенности обучающегося, может способствовать оптимизации спортивных результатов и улучшению общего самочувствия.

Комплексный подход к питанию: влияние эмоционального состояния и психологических установок на выбор продуктов и режима питания.

Понимание и применение принципов психологии питания могут значительно повысить эффективность тренировочного процесса и помочь обучающимся-спортсменам достигать поставленных целей.

Список используемых источников

1. Психология питания школьника / В.А. Горошко, А.Т. Васюкова, Р.А. Эдварс, О.А. Суворов // Цифровое общество: образование, наука, карьера: Сборник научных трудов. – Москва: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет пищевых производств», 2022. – С. 1668-1680. – EDN BADKYO.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Аверьяновой Т.А. (AuthorID: 721327)

УДК 62

Исаенков Н.Г. (AuthorID: 717597), **Баишева А.И.**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 2D- И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Современный информационный мир не мыслим без средств трехмерного моделирования в промышленности. Студенты, обучающиеся по специальности «Технология художественной обработки материалов» начинают изучать основы компьютерной графики на первом курсе. Основы инженерной компьютерной графики должны изучаться в высших учебных заведениях при овладении различными техническими специальностями, приемами моделирования процессов и объектов (в том числе компьютерного), инженерного проектирования, при изучении художественного ремесла и других различных видов прикладного искусства.

Учебные программы по компьютерному моделированию создаются с учетом реализации различных подходов в преподавании подобных дисциплин, особенностей профессиональной направленности учебных заведений и конкретных специализаций студентов. Однако в общий объем предметного материала обязательно должны включаться основные понятия компьютерного дизайна, вопросы о перспективных направлениях его использования, о широко известных аппаратных и программных средствах подготовки изображений, о классификации редакторов компьютерной графики и об их основных инструментах.

Компьютерная графика – это один из тех предметов, которые студенты изучают с неподдельным интересом. Для лучшего усвоения студентами тематического материала преподаватель должен каждый шаг своих объяснений сопровождать демонстрацией значительного количества примеров, раскрывая методы создания графических объектов. На лабораторных занятиях выделяется достаточное время для знакомства с другими программными средствами, заостряя внимание учащихся на некоторых, рекомендованных для детального изучения, например, для прорисовки художественных изделий – это CorelDraw.

Освоение основ работы с 3D-графикой следует начинать с построения простых моделей объектов, используя геометрические примитивы (прямоугольник, куб, конус и др.), а также гладкие, так называемые сплайновые, поверхности. Студенты должны научиться понимать сущность твердотельного моделирования, уметь проектировать материалы на объекты и ориентироваться в различных методах окрашивания поверхностей, грамотно работать над освещением моделей.

Список используемых источников

1. Исаенков, Н. Г. Повышение квалификации преподавателей вузов с использованием принципов андрогогики и информационных технологий / Н. Г. Исаенков // 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. 228-231. – EDN QFLXHV.

УДК 671.129

Каган-Розенцвейг Б.Л. (AuthorID: 869657), **Коршунова В.А.**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УКРАШЕНИЯ ДЛЯ ВОЛОС В ЮВЕЛИРНОМ ИСКУССТВЕ

Украшения для волос - это различные изделия, носимые на волосах и используемые как для декорирования, так и для фиксации причёски.

Материалами украшений для волос являлись слоновая кость, дерево, камень, золото, серебро, бронза, стекло, а ранее всего птичье перо. Так древнейшие формы шпилек увенчаны изображением птиц и покрыты резной решёткой, имитирующей перо. Самыми многочисленными и распространенными среди атрибутов, предназначенных для создания высокой прически являются вставные изделия: шпильки, головные булавки, гребни, головные повязки. В XIX веке помимо привычных украшений для волос, были популярны эгреты - украшения, выполненные из драгоценных металлов, предназначенные для женского головного убора или прически в виде шпильки с навершием в форме пера, пучка перьев или ветки, усыпанной камнями.

В XX веке стало развиваться промышленное производство. Благодаря этому украшения для волос стали более доступными и были разработаны новые способы крепления. Например, заколки с зажимом, позволяющие лучше фиксировать волосы.

На сегодняшний день украшения для волос активно продолжают пользоваться популярностью. Совмещая в себе декоративную и функциональную составляющую, они позволяют создавать удобные и красивые прически. А современные материалы и технологии изготовления украшений для волос позволяют создавать изделия самых разных дизайнов.

На основе исторического обзора украшений для волос была разработана классификация украшений, 3D - модели комплекта украшений для волос и выполнены в материале.

В проект комплекта украшений для волос входят гребень и шпилька. Эти украшения с давних времен служат не только для фиксации, но и для украшения прически. Они являются одними из популярных элементов в мире моды и на сегодняшний день. Дизайн разработанных украшений выполнен с применением стилизации растительной формы растения одуванчика. Материалами для изготовления комплекта являются желтый авантюрин и нейзильбер.

Список используемых источников

1. Вандышева, О. В. Современная классификация ювелирных украшений по системам, категориям и направлениям / О. В. Вандышева, В. А. Соколова // 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. 10-19. – EDN BSBVLO.

2. Хамзина, Л. З. Техника микромозаики в ювелирных украшениях / Л. З. Хамзина, В. В. Канунников // Технология. Дизайн. Образование : Сборник материалов Всероссийской (очно-заочной) научно-практической конференции, Магнитогорск, 28–29 апреля 2021 года. – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 2021. – С. 227-232. – EDN FICCED.

УДК 930.85

Каукина О.В. (AuthorID: 718009), **Дусалаков Д.Е.**

КАЗАХСКОЕ ЮВЕЛИРНОЕ ИСКУССТВО

Ювелирное искусство казахов развивалось на основе древних традиций наших предков и являлось целым направлением и профессиональным искусством, что предопределялось спецификой производства, а мастерство изготовления ювелирных украшений передавалось исключительно по наследству, от отца к сыну. Ювелирное искусство занимает особое место в истории казахской национальной культуры. Именно в нем наиболее полно и ярко отражаются идеалы народа, его вкусы, уровень его художественных и материальных ценностей. [1]

Ювелирные украшения – это не просто изделия, это целое искусство и значительная часть национальной культуры казахского народа и ее истории, корни которой уходят глубоко в прошлое. Ювелиры чаще всего работали с такими материалами, как золото и серебро. Серебро особенно ценилось, за счет своих декоративных свойств. Более дорогими украшениями являлись украшения из серебра с золотым напылением. Мастера пользовались различными приемами при изготовлении ювелирных украшений: отливкой по формам, холодной ковкой, штампом и чеканом, насечкой серебра по железу. Существует несколько видов украшений: браслеты, серьги, кольца, украшения для волос и одежды. Самым распространенным женским украшением является накосные украшения. Мужскими являются перстни и кольца, которые являлись повседневными украшениями, за исключением массивных перстней, надеваемых в торжественных случаях. Украшения имеют богатую культуру. Казахстан богат множеством культурных традиций, включая традиции ношения ювелирных украшений. Казахские колечки, известные как «сауыл», имеют особое значение в национальной культуре. Главным украшением любого кочевника было кольцо лучника, которое носили на большом пальце. По нему определяли статус воина. Так же примером мужского украшения, является Құс тұмсық (кус тумсык) — перстень воина. Его дарили джигитам, которые шли в поход. Он должен был сохранить жизнь мужчине и помочь вернуться домой.

В казахских традициях, кольцо занимало значимое место среди ювелирных украшений, и в средневековый период ему придавалось особое значение.

Исходя из вышесказанного, можно отметить, что ювелирное искусство казахского народа развивается, некоторые традиционные украшения используется по сей день.

Список используемых источников

1. Кызылбаева, А. Т. Серебряное великолепие Степи - ювелирное искусство казахов / А. Т. Кызылбаева // Сохранение и рациональное использование культурного наследия в сфере туризма : материалы Международной научно-практической конференции, Уфа, 16–17 ноября 2016 года / Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2016. – С. 198-209. – EDN YFINGX.

УДК 74

Каукина О.В. (AuthorID: 718009), **Зияитдинова Э.И.**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ МОТИВОВ КИТАЙСКОГО ТРАДИЦИОННОГО ИСКУССТВА В ХУДОЖЕСТВЕННО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Природные мотивы считаются неотъемлемой частью китайского традиционного искусства. Этому в Китае способствует разведение изысканных цветов и редких видов деревьев, создание величественных парков и утонченных садовых композиций, непритязательное созерцание игры животных и птиц.

Природные мотивы подразделяются на три группы: растительные, зооморфные и мифологические. Растительная группа включает в себя деревья, цветы, листья и так далее. К зооморфной группе относятся многочисленные изображения животных, птиц, рыб и насекомых.[1] В мифологической группе больше внимания уделялось четырем существам: дракону, фениксу, тигру и черепахе. Эти природные мотивы широко распространены в китайском традиционном искусстве. Использование данных природных мотивов в дизайне художественно-промышленных изделий отражает красоту и гармонию природы, которые так ценятся в китайской культуре. Образы цветов, птиц, растений и пейзажей из китайского традиционного искусства позволяют создавать уникальные изделия, которые являются не только украшением, но и настоящим произведением искусства. В китайском искусстве чаще всего используются декоративные предметы интерьера, такие как: вазы, статуэтки (Рисунок 1), подсвечники (Рисунок 2) и другие предметы декора. Также часто изображаются природные мотивы на чайных сервизах (Рисунок 3), украшениях, резных панно, скульптурах. Природные мотивы на различных изделиях в китайском традиционном искусстве дают выбор в использовании различных материалов.



Рис. 1. Статуэтка из нефрита



Рис. 2. Керамический сервиз



Рис. 3. Подсвечник из металла

Исходя из вышесказанного, можно отметить, что воплощение «природных» мотивов китайского традиционного искусства в дизайне художественно-промышленных изделий позволяет сохранить и передать красоту и гармонию природы через творческое воплощение и вдохновлять людей на прекрасное.

Список используемых источников

1. Благодер, Ю. Г. «Природные» мотивы в жанровых композициях китайского традиционного искусства / Ю. Г. Благодер // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. – 2009. – № 1(149). – С. 77-79. – EDN KPYHHV.

УДК 37.01

Лоханова А.В.

ВОСПИТАНИЕ БЕРЕЖЛИВОСТИ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Бережливость в контексте обработки ткани – это сознательное отношение к ресурсам, умение экономно расходовать материалы и время при работе с тканями.

Обучение учащихся правильному расчету необходимого количества ткани для проектов поможет развить навыки бережливости. Применение техники «недостатка» материалов, когда ученикам даются ограниченные ресурсы, способствует креативному подходу и инновационным решениям. Воспитание бережливости можно осуществлять через проектную деятельность, в рамках которой обучающиеся создают свои оригинальные изделия из тканей. Каждый проект должен предусматривать этапы планирования, расчета и оптимизации материалов, что развивает ответственность за расход ресурсов. На уроках по обработке ткани важно внедрять задания, где обучающиеся должны анализировать свои действия и находить более эффективные и бережливые способы выполнения заданий. Это развивает критическое мышление и способность к самоанализу. Регулярные практические занятия, направленные на бережливое обращение с тканями и инструментами, помогут превратить это в привычку. Важно показывать обучающимся, что даже маленькое бережливое действие может значительно снизить общее потребление ресурсов.

В данном исследовании выделим основные аспекты воспитания бережливости при изучении темы «Технологии обработки текстильных материалов» на уроках технологии:

1. Необходимо научить обучающихся основам эффективного раскроя. Правильное расположение выкроек на ткани может существенно сократить количество отходов.

2. Включение в курс процессов переработки старых тканей в новые изделия не только учит бережливости, но и показывает возможность создания уникальных вещей из уже имеющихся материалов.

3. Радикальное изменение подхода к работе. Обучающиеся могут делиться тканями и ресурсами, планируя совместные проекты. Это минимизирует количество индивидуального использования тканей и способствует коллективной ответственности.

Список используемых источников

1. Маркелова, Е.И. Воспитание "бережливого обучающегося" на занятиях общеобразовательного цикла / Е. И. Маркелова // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте : Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Кемерово, 19–20 октября 2021 года / Редколлегия: Д.М. Дубинкин (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 539-541. – EDN PBYFLA.

2. Мирошниченко, М. А. Эволюционный характер изменений воспитания культуры бережливости в инновационной экономике / М. А. Мирошниченко, И. В. Трубенкова // Вестник Академии знаний. – 2018. – № 28(5). – С. 251-258. – EDN VNYYFC.

Работа выполнена под научным руководством доц., канд. пед. наук Аверьяновой Т.А. (AuthorID: 721327)

УДК 739

Сложеникина Н.С. (AuthorID: 691769), **Филиппова Н.Д.**

СТИЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВ ЖИВОТНЫХ В ДИЗАЙНЕ ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЙ

Ювелирное искусство богато символикой и эстетикой, и с древних времен вдохновлялось миром природы. Украшение в виде животных – одно из самых древних тенденций в ювелирном искусстве, которая никогда не потеряет популярность. Образы животных в ювелирных украшениях, богатые символикой и эстетикой, на протяжении всей истории сохраняли свою актуальность. Анималистика, или искусство изображения животных в ювелирных украшениях, стала неотъемлемой частью жизни человека.

Стилизация в изобразительном искусстве также известна с древнейших времен. Как метод художественного творчества она достигла высокого уровня в ассирийско-вавилонских, персидских, древнеегипетских и древнегреческих орнаментах, в которых наряду с геометрическими линиями и узорами часто использовались стилизованные с высокой художественностью и вкусом объекты флоры и фауны, как реальные, так и вымышленные, и даже фигуры людей.

Творческая стилизация в искусстве и дизайне носит индивидуальный характер, подразумевает авторское видение и художественную переработку явлений и объектов окружающей действительности и, как результат, отображение их с элементами новизны. Художник творчески перерабатывает формы, найденные в природе, с учетом конкретного материала, его декоративных достоинств и особенностей технологической обработки.

В современном ювелирном искусстве анималистика остается ключевым направлением. Стилизованные анималистические украшения сохраняют свою сакральность и наделяют своего владельца особенной энергией и магнетизмом.

Сейчас сложно представить ювелирный дом, в коллекциях которого не найдется животного, птицы, рептилии или насекомого.

На сегодняшний день образы животных находят широкое применение в лепных, резных, чеканных и кованых украшениях и изделиях. Многие мастера ювелирных домов, такие как Жан Шлюмберже, Дэвид Уэбб, Эльза Перетти, Палома Пикассо, Франк Гери глубоко вдохновлялись миром природы, создавая поистине сказочные ювелирные творения. Ювелиры используют разнообразные техники и материалы для создания уникальных произведений и в настоящее время.

Список используемых источников

1. Комбинирование материалов и технологий в дизайне и декоративно-прикладном искусстве: тенденции развития / О. В. Вандышева, С. А. Гаврицков, Н. С. Сложеникина, Т. А. Аверьянова // Bulletin of the International Centre of Art and Education. – 2023. – № 1. – С. 344-355. – EDN WSNMKM.

2. 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.

УДК 378

Ткаченко Д.А. (AuthorID: 722278)

К ВОПРОСУ КРЕАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНОВЛЕНИЯ БУДУЩЕГО ПЕДАГОГА-ХУДОЖНИКА*

РГПУ им. А.И. Герцена демонстрирует высокие позиции по критериям качественного образования. А институт художественного образования РГПУ им. А. И. Герцена является одним из лидеров художественно-педагогического образования.

Уровень подготовки будущего педагога-художника и его успешная интеграция в современную образовательную систему зависят от профессионализма преподавателей института художественного образования, их способности создавать творческую атмосферу, формировать мотивацию студентов к обучению. В этом контексте мы уделяем особое внимание креативному управлению процессом профессионального становления будущего педагога-художника. Автор придерживается модели креативного управления, адаптированную под запросы управления в педагогическом вузе, которая обеспечивает гармоничное объединение различных траекторий управления процессом профессионального формирования будущего педагога-художника [1, С.272] (рис. 1.).



Рис. 1. Схема модели креативного управления в педагогическом вузе (Чернышова Э.П., Дорошина М.А.)

Список используемых источников

1. Чернышова, Э. П. Модель креативного управления процессом профессионального становления будущего педагога-художника / Э. П. Чернышова, М. А. Дорошина // Перспективы науки. – 2021. – № 11(146). – С. 271-273. – EDN XXOOXI.

** Исследование выполнено за счет внутреннего гранта РГПУ им. А. И. Герцена (проект № 55-ВГ).*

Именной указатель

L

Lukashuk O.A. 46

M

Maalaoui Hamed 46

А

Абдрахманов Г.Г. 21
Абдрахманов К.И. 33
Абдрахманов Э.И. 33
Абдрахманова Д.Р. 317
Абляз Т.Р. 122, 123
Аверьянова Т.А. 346, 347
Агапов Д.Е. 37
Адищев П.Г. 170
Азаров А.П. 249
Акбалина Г.И. 318
Аксенов Т.А. 74
Алексеев Д.И. 89, 98, 99
Амиров Р.Н. 178, 180, 182
Амирова С.А. 180
Андреев С.М. 117
Андронов А.В. 80
Андросенко М.В. 190, 218, 219
Анисимова В.Е. 25, 30
Анищенко А.С. 172, 173
Антоненко Ю.С. 314
Арабаджи Я.Н. 33, 34
Арслангалина А.Т. 325
Архипов Е.В. 181
Арцибашев С.В. 166
Асадов Т.З. 235
Астафьева М.А. 233, 234, 235
Атангулова Г.Я. 127
Ахметова Г.Р. 88

Б

Багдасарян М.А. 4
Базанова Е.В. 263
Баишева А.И. 354
Баймаков А.П. 13
Баймурзина Г.С. 139
Байченко С.А. 74
Баландова Е.С. 91
Балякина А.А. 302
Бардина В.А. 237
Барышникова А.М. 154, 157, 160
Барышникова М.Ю. 284, 285, 286
Баскаков Е.С. 210
Бахчеев А.Д. 156, 160, 163
Башарова А.А. 131
Бегинюк В.А. 67, 68
Белкин Д.Е. 110
Беляев С.Ю. 203
Бернацкий С.Д. 260
Бернюкевич Т.В. 283
Бигеев В.А. 66, 81, 82, 83
Бикбов Р.И. 3, 15
Бирюков М.А. 156, 161, 163
Бирюкова О.Д. 154, 155, 156
Блинов Д.О. 47
Богомягков А.В. 122, 123
Бочков В.С. 274
Бредихин Г.А. 265
Брюханов И.Ю. 174
Бугебрин Ш. 54, 55
Будаев П.Е. 93
Будакова А.В. 238
Булганина М.Ю. 203
Буренков А.С. 178, 180
Бурмистров К.В. 4

В

Важинская Д.Ю. 89
Вакин В.С. 171
Вакуленко А.И. 66, 70
Валеев И.И. 65
Вандышева О.В. 348, 349
Варламов А.А. 246, 247, 248
Васенков Н.С. 142
Васильева М.Б. 151
Вафин Ю.Н. 128
Веремей О.М. 287, 288, 289
Винальева Е.А. 39
Вишняков С.А. 284
Волков А.И. 106, 107
Волков П.В. 3, 15
Волков С.Ю. 114

Волощук Т.Г. 94
Воронин К.М. 222, 223, 254
Воронков А.С. 266
Врадий А.В. 261
Вшивкова М.С. 58

Г

Гаврилова Н.Ф. 24
Галеев Д.И. 7
Гаращенко Ж.М. 16
Гаркави М.С. 19
Герасимова А.А. 350, 351, 352
Гераскина И.В. 224
Гильфанов М.О. 62
Глотов И.Д. 143
Гмызин В.А. 21
Гмызина Н.В. 20, 21
Голованчиков А.В. 7
Головачев А.В. 251
Головашов И.А. 98
Головизнин С.М. 174
Головина С.С. 74
Голубева О.А. 283
Голубчик Э.М. 136
Горбунова О.Ю. 243, 244, 245
Гордеев И.И. 144
Горицкий В.А. 8
Горлова О.Е. 19, 23
Григорьев А.Д. 341
Гришин И.А. 17, 18
Гробов Е.А. 22
Гром А.Н. 252
Гулаков А.А. 115

Д

Давыдова В.П. 353
Дасаева Е.В. 58
Даушев Р.М. 15
Дегодя Е.Ю. 24, 25
Дема Р.Р. 178, 181, 196
Деменёв Д.Н 290
Деменёв Д.Н. 291, 292
Дёмин Д.О. 164
Денисов П.С. 171
Денисов С.В. 171
Денисова Е.С. 171
Дерябин Д.И. 256, 257
Деулина А.Д. 99
Дзюба А.В. 71, 85, 86
Добарский Д.В. 275
Долганова М.Н. 101, 102
Домнин В.Ю. 262
Доможиров Д.В. 6, 7, 8
Дредитова А.А. 327
Дроздов А.А. 204
Дуденков М.А. 198
Дусалаков Д.Е. 356

Е

Екатеринушкина А.В. 336, 337
Емельянова В.М. 285, 287
Емельянова Н.М. 326, 329
Емелюшин А.Н. 133, 134
Ерошенко Ю.Н. 58
Ефимова Ю.Ю. 125, 126

Ж

Жданова А.М. 242
Жданова Н.С. 315
Жидков М.Ю. 87, 88

З

Забитов Р.М. 256, 257
Завалищин А.Н. 130, 131, 152
Загидуллина Р.Р. 305
Зайнуллин А.И. 138
Зайцев А.Е. 133
Залилов Р.В. 215
Заляднов В.Ю. 14
Замараев В.А. 158, 159
Зарипова А.А. 328
Зарицкий Б.Б. 116, 117
Засов Н.Е. 75
Звягина Е.Ю. 177, 185, 192
Зинченко А.А. 27, 30
Зинченко С.С. 90
Зияитдинова Э.И. 357
Зотов Д.А. 152
Зотова Д.А. 342, 343, 344
Зубарев А.А. 306
Зубков А.А. 5

И

Ибрагимова Н.Н. 20
Ибрагимова О.В. 323
Иванов Н.О. 319
Иванов С.Л. 16, 45, 48, 49, 50
Иванова П.В. 48
Иванцов А.Б. 140
Изотов О.И. 208
Ильин А.Н. 237
Ильтинин Ю.К. 6, 8
Ильясов И.З. 145
Ильясов И.И. 176
Ильяшева Е.В. 316, 317, 319
Иорданов Е.В. 129
Исаев М.К. 83
Исаенков Н.Г. 354
Исаков С.А. 38
Ихсанов А.Р. 8

К

Каган-Розенцвейг Б.Л. 355
Казаков Ю.А. 54, 55
Казиков К.В. 36
Каменских А.А. 121
Карапетова И.В. 267
Караулов Н.Г. 6, 7, 10
Каримов А.Ф. 263
Каримуллина Э.И. 348
Карпенко Д.А. 350
Каукина О.В. 356, 357
Кенарь Е.В. 197, 221
Керимова Л.Ф. 175, 195
Килина П.Н. 122, 204
Кильдиярова Л.С. 94
Кинзин Д.И. 146, 166
Кирик В.М. 66, 70
Киричко А.Д. 73
Князбаева Ж.Р. 15
Козин М.А. 231
Колдин А.В. 179, 180
Колейников А.В. 207
Коликова Е.П. 268
Колкова М.С. 36, 37, 38
Колобов В.Н. 198
Кологриев К.А. 106
Кологриева У.А. 106
Колодежная Е.В. 19
Комкова Д.А. 156
Кондрашова А.С. 220
Конев С.В. 3, 197
Копцева Н.В. 125, 126
Копылов К.С. 299
Копытова А.В. 281
Корнеев В.С. 72, 73
Корнеев С.А. 12, 13
Корниенко В.Д. 256, 257
Корнилов Г.П. 161, 163
Корнилов С.Н. 57
Коровченко А.С. 178, 180
Корогодин А.С. 49
Королев С.А. 269
Королева В.В. 329, 330, 338
Корчунов А.Г. 214
Коршунова В.А. 355
Кофейников А.В. 3
Кошелев А.П. 218, 225
Кошкаров А.А. 81
Кравцов Т.В. 339
Крайний И.В. 190, 199, 217
Крайняя И.А. 217
Краснова Т.В. 240
Краснянская И.А. 107
Кремлёва А.А. 303
Криворучко Д.Д. 89
Кришан А.Л. 233, 234, 235
Кротов И.А. 276
Крылова Е.В. 345
Крылова М.И. 293
Крылова С.А. 89, 96
Кудряшов А.А. 44
Кузнецов Н.О. 346
Кузнецова Е.О. 126
Кузьмина Е.Е. 96
Куликов С.С. 197, 219, 221
Кульсаитов Р.В. 12, 13
Кунакбаева А.Т. 67
Куприянова О.А. 135, 176
Кургузов К.В. 67, 72
Кургузов С.А. 192, 193
Курмангалеева Б.А. 93
Кутлубаев И.М. 12, 13
Кутлубулатова Я.Б. 134
Кучеров А.В. 233

Кучеров Е.В. 235

Л

Лаврентьев В.В. 349
Лактионов А.А. 154
Латыпов О.Р. 178, 180, 181
Левандовский С.А. 143, 144, 146
Левко П.М. 196
Лейченкова А.В. 295
Лейченкова А.В. 293, 294
Лернер М.М. 189
Литвиненко Н.В. 35
Лихидько М.А. 234
Логачёв Г.Н. 68
Логунов М.В. 251
Логунова П.С. 71
Логунова П.С. 251
Логунова Т.В. 251
Локотунина Н.М. 155, 161, 162
Ломшакова А.Е. 211
Лопатина Е.В. 136
Лосева А.В. 320
Лоханова А.В. 358
Лукьянов Е.Д. 161
Лукьянчиков А.Д. 184, 185
Лутфуллина К.Р. 264
Лушников Е.К. 277
Лямин З.А. 3

М

Маврин Ю.Д. 35
Магасумов Г.З. 72
Мажитов А.М. 9
Мазов А.В. 92, 156
Мазова А.В. 92
Майданкин К.С. 82
Макаров Б.Б. 195
Макаров В.Ф. 201
Макарова В.В. 53
Макарова И.В. 74
Макарова К.Д. 347
Макарова К.Р. 74, 220
Максимов А.В. 80
Мамадилов В.Д. 153
Мамонова П.А. 310
Манашева Э.М. 74
Манашенкова В.А. 298
Мансурова К.И. 86
Маргарян Т.Т. 351
Маркевич А.В. 109
Масалимов А.В. 97, 104
Масальская А.С. 78, 79
Масальский Л.С. 78, 79
Масальский С.С. 78, 79
Масленников К.Б. 194
Матвеева В.С. 285
Махоткина Е.С. 91, 101, 102
Мацук А.П. 26
Медведь Е.А. 202
Мелихов Е.Д. 150, 165
Мельников М.С. 64
Мельников С.И. 226
Мензелинцев А.М. 257
Мерзлякова П.О. 283
Мещерякова С.А. 331
Мирзаев А.Ш. 175
Миронюк К.С. 125
Мифтахов А.О. 290
Михайлицын С.В. 175, 176
Михайлов П.Е. 307
Михалев А.В. 189
Михалев С.А. 187
Михалкина И.В. 117
Михневич А.С. 76
Мишкуров П.Н. 56, 58, 64
Миянов А.Г. 191
Могильных А.Е. 156, 157, 163
Моллер А.Б. 137, 141, 146
Морева Ю.А. 260, 268, 279
Морозов М.С. 233
Мосабаев Р.В. 147
Мулюкова К.Р. 58
Мурзакаева А.А. 222
Мухамбетов Т.Б. 234
Мухутдинова В.Е. 86
Мякотных А.А. 48

Н

Нагимова Е.А. 321
Назаров Д.А. 137
Наркевич А.В. 251, 253
Наркевич М.Ю. 249, 251
Неганов И.Ю. 208
Некрасова С.А. 224, 225, 226

Никитенко М.А. 95
Никитина М.А. 157, 160
Новиков Е.В. 5, 232
Новоселова Ю.Н. 265, 266, 272
Носачев Д.С. 188
Носов Л.В. 154, 158, 159
Носов Ю.О. 121

О

Овсянников Б.В. 158, 159
Огарков Н.Н. 177
Олейник Д.Г. 214
Орехова Н.Н. 26, 33, 34
Осинцев Н.А. 59, 64
Осипенко А.А. 182
Осипов М.С. 197
Осипов Н.А. 241
Осколкова Е.Д. 85

П

Павлов А.В. 67, 68
Павлова Е.В. 30
Паркина Ю.В. 148
Пашков Е.И. 239
Перевозова К.Д. 228
Перминова А.В. 184, 185
Пермяков М.Б. 238, 239, 240
Пермякова А.М. 28
Першин Г.Д. 43
Першин О.В. 203
Песин А.М. 155, 157, 160
Песин И.А. 155, 158, 159
Петров А.Ю. 9
Петров И.М. 164
Петроченко Е.В. 132
Петухова А.Д. 278
Пивоварова К.Г. 167, 168, 169
Пичугин Д.С. 243, 245
Платов С.И. 184, 187, 191
Плащинский В.А. 45
Пляго А.В. 105
Подболотов С.В. 40, 41, 42
Подобреева Е.К. 296, 297, 298
Подосян А.А. 119, 200, 207
Полозков Е.Д. 299
Поляков С.А. 343, 344
Полякова М.А. 136
Полякова Н.А. 311
Помыкалов Д.Д. 9, 21
Попов Д.В. 249
Попова К.С. 334
Посохин М.А. 73
Потапов И.В. 80
Потапов И.М. 73, 219
Потапов М.Г. 110, 115
Потапова М.В. 70, 80
Присяжный А.Г. 172, 173
Прохорова А.К. 300
Пурис А.В. 223
Пустовалов Д.О. 121, 122, 124
Пустовойтов Д.О. 157, 158, 159
Пшеничная Е.Г. 43

Р

Ран М.А. 201
Раскатов Е.Ю. 203
Рахмангулов А.Н. 56
Рашевский К.А. 162
Ребренцева П.В. 154
Реуцкий Н.М. 205
Решетова И.В. 73
Родионова А.А. 274, 277, 278, 280
Роменская А.М. 255
Руденко Ю.В. 216
Рудь К.И. 113, 179
Румянцев М.И. 151, 152, 153
Рыбакова М.С. 167
Рыбалкина У.В. 20
Рыжкова В.С. 336
Рябикова М.В. 32
Рябов Е.А. 211
Рябчикова А.Д. 103
Рядцких В.А. 130

С

Савва А.Д. 141
Савенкова А.С. 279
Савин Д.В. 226
Савинов А.С. 71, 86, 117
Савостьянова Ю.А. 299, 300, 301
Сагадатов А.И. 253
Сагадатова А.В. 28, 29
Сайгина Т.Д. 270
Салимов А.Э. 50

Сальманова А.Р. 322
Саляева Т.В. 340
Самотугин С.С. 206
Саперова А.А. 87, 88
Сапожников А.А. 66, 70
Сафаргалин И.Х. 20
Сафонова К.О. 288
Сверчков А.И. 155, 160
Свечникова Н.Ю. 69, 92
Свиридова М.А. 72, 73, 86
Севостьянова Д.П. 314
Сединкина Н.А. 28, 29, 30
Серегина А.Е. 88
Сибагатуллин С.К. 66, 68, 69, 72
Сибагатуллина А.А. 280
Сибагатуллина М.И. 67
Сизиков А.А. 8
Симаков Д.Б. 8
Синицин Н.И. 110
Склярова С.А. 294
Скрипкин Е.В. 108
Слободонюк Д.Д. 63
Сложеникина Н.С. 359
Смирнов А.И. 52
Смирнов А.Н. 90, 93, 95
Снимщиков С.В. 164
Соколова А.А. 332
Соколова А.Л. 132
Соколовский А.В. 11, 61
Сохачевский М.К. 330, 333
Сохачевский Я.К. 330, 333
Спирин М.С. 103, 105
Старкова Л.Г. 264, 270, 273
Старушко А.А. 259
Старых И.А. 296
Степанова М.Н. 97
Столяров А.М. 75, 76, 77
Столяров А.Ю. 150
Струкова В.И. 121
Стулов П.Е. 107
Ступина А.Я. 28, 31
Суровцов М.М. 271, 281, 282
Суфиева К.Р. 286
Сысоев В.И. 70, 71, 85, 86
Сысоева С.В. 60
Сычков А.Б. 127, 128, 129

Т

Тагирова В.М. 168
Таракин Д.А. 100
Тарасова А. К. 309
Тарыбаев С.Е. 227
Татаркин М.С. 230
Телегина Д.М. 297
Терентьев Д.В. 179, 183, 186
Тетюшин К.П. 68
Тетянюк А.И. 291, 308
Титов А.Л. 312
Ткачева Т.А. 231
Ткаченко Д.А. 360
Токарева Н.В. 126
Точилкин В.В. 186, 190
Трегубов А.А. 4, 14
Трегубов Д.А. 149
Троянов А.В. 108, 112
Трубкин В.В. 249
Трубкин Д.В. 229
Трубкин И.С. 254
Трубкина И.В. 244, 254
Трубников А.Е. 220
Трубников Н.А. 136
Тулупов О.Н. 146, 166
Тупицын И.Д. 352
Тютеряков Н.Ш. 212, 213

У

Угольников Н.В. 7, 10
Удалова А.П. 105
Ульчицкий О.А. 302, 303, 304
Ульянов С.А. 140
Уморина Ж.Э. 311, 313
Умуткужин Ф.Ф. 199
Уразаков Е.Т. 92
Урцев Н.В. 194
Усанов М.Ю. 164, 165, 183
Усатая Т.В. 216
Уфимская В.А. 122, 123, 124

Ф

Фадеева Н.В. 27
Фасхитдинова Ю.Р. 183, 184, 191
Федорова А.А. 137
Феоктистов Н.А. 111, 112, 117

Филёва И.А. 273
Филиппов Е.Г. 338
Филиппов Н.С. 256
Филиппова Н.Д. 359
Фочина К.В. 118

Х

Хамидов О.У. 51
Хамидулина Д.Д. 229, 230, 231
Хардин И.С. 19, 34
Харитонов В.А. 139, 140, 165
Харлов Д.А. 219, 272
Харченко А.С. 66, 67, 70
Харченко Е.О. 68, 69, 71
Харченко М.В. 178, 179, 180
Хасанов Р.Р. 295
Хасанова А.Ф. 85
Хисматуллина Д.Д. 305, 306, 307
Хрипунова Е.А. 289

Ц

Цатурянц М.С. 163
Цыганов А.В. 64

Ч

Часовитина П.А. 309
Часовитина П.А. 308, 310
Чернов А.А. 154
Чернышева А.С. 249, 250, 256, 257
Чернышова Э.П. 324
Чеха Е.Е. 304
Чикота С.И. 236
Чикунов Г.И. 282
Чукин М.В. 125
Чумичев Е.К. 84
Чуприн А.П. 10

Ш

Шавакулева О.П. 29, 31, 32
Шайхисламова Т.А. 87
Шайхулина Н.В. 249
Шайхутдинова И.И. 120
Шаманина Е.А. 34
Шаповалов Э.Л. 258
Шапшова Н.В. 57
Шарафутдинов Д.М. 193
Шаров К.В. 122, 123
Шаченко И.В. 192
Швалёва А.В. 100
Шекшеев М.А. 175, 176
Шеметова Е.С. 183
Шестов В.В. 12
Шешукова Е.И. 45
Шибанов Д.А. 51, 202
Шигапов И.Р. 209
Ширяева Е.Н. 176
Шишкин И.В. 232
Шленкин С.А. 186
Шлык А.В. 24
Штомпель М.Е. 200
Шубина М.В. 91, 101, 102
Шукшин А.В. 6
Шульгин А.С. 95

Щ

Щелоков Н.С. 71, 72
Щёлоков Н.С. 85
Щенникова В.А. 111

Э

Эрмосо Д.Г. 43

Ю

Юдин Д.В. 75, 80, 92
Юдина С.В. 69, 92
Юзеев И.В. 77
Юлдашев А.Р. 271
Юмабаев А.А. 108

Я

Яковлев С.И. 158, 159
Яковлева Т.Б. 210
Якшимбаева А.А. 32
Ямалетдинова К.В. 250
Ямалов И.Ш. 6
Ярмухаметова А.Р. 93
Ячменёва В.В. 326, 329, 335

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Совершенствование открытой и подземной геотехнологии» 3

Волков П.В., Бикбов Р.И., Конев С.В., Лямин З.А., Кофейников А.В.
Технологические решения при проходке отрезных восстающих механизированным способом 3

Бурмистров К.В., Багдасарян М.А., Трегубов А.А.
Цифровые двойники как инструмент повышения эффективности функционирования горных предприятий.....4

Зубков А.А., Новиков Е.В.
Получение магнезиальных вяжущих в лабораторных условиях.....5

Доможиров Д.В., Караулов Н.Г., Ильтинин Ю.К., Шукшин А.В., Ямалов И.Ш.
Обеспечение безопасности производства взрывных работ на карьере Митрофановского месторождения в стесненных условиях вблизи охраняемых объектов при применении специальных защитных укрытий.....6

Караулов Н.Г., Угольников Н.В., Доможиров Д.В., Галеев Д.И., Голованчиков А.В.
Управление качеством полезного ископаемого при разработке месторождений белого мрамора.....7

Доможиров Д.В., Симаков Д.Б., Ильтинин Ю.К., Сизиков А.А., Горицкий В.А., Ихсанов А.Р.
Обеспечение сейсмической безопасности при производстве взрывных работ на прилегающие техногенные образования к карьерам группы золоторудных месторождений Курасан АО «ЮГК» 8

Мажитов А.М., Петров А.Ю., Помыкалов Д.Д.
Обоснование параметров подэтажно-камерной системы разработки с формированием ограждающего слоя.....9

Угольников Н.В., Караулов Н.Г., Чуприн А.П.
Разработка методологических основ прогнозирования кусковатости при открытой геотехнологии 10

Соколовский А.В.
Варианты использования выработки угольного разреза «Коркинский».....11

Кульсаитов Р.В., Кутлубаев И.М., Корнеев С.А., Шестов В.В.
Исследование силового взаимодействия усиленного фрикционного анкера со шпуром 12

Кульсаитов Р.В., Кутлубаев И.М., Корнеев С.А., Баймаков А.П.
Совершенствование анкеров с фрикционным закреплением 13

Заляднов В.Ю., Трегубов А.А.
Обеспечение устойчивого функционирования горнодобывающего предприятия в изменяющихся условиях рынка 14

Волков П.В., Бикбов Р.И., Князбаева Ж.Р., Даушев Р.М.
Обоснование технологии крепления горных выработок в условиях шахты «10-летия независимости Казахстана».....15

Гаращенко Ж.М., Иванов С.Л.
Критерии отработки целиков унифицированными выемочными модулями 16

Секция «Обогащение полезных ископаемых и переработка техногенного сырья» 17

Гришин И.А.
Чижевский Владимир Брониславович 17

Гришин И.А.
Измерение влажности сыпучего материала в потоке с применением ИК-влагомера 18

Гаркави М.С., Колодежная Е.В., Горлова О.Е., Хардин И.С.
Определение степени обогатимости бурожелезняковой руды сухим способом 19

Гмызина Н.В., Ибрагимова Н.Н., Рыбалкина У.В., Сафаргалин И.Х.
Перспективы повторного использования шлаков металлургического производства 20

Гмызина Н.В., Гмызин В.А., Абдрахманов Г.Г., Помыкалов Д.Д.
Влияние группового химического состава реагентов-вспенивателей на показатели флотации углей 21

Гробов Е.А.
Обзор методов переработки отходов отработанного алюмохромового катализатора 22

Горлова О.Е.
Развитие и перспективы российского обогатительного оборудования 23

Дегодя Е.Ю., Гаврилова Н.Ф., Шлык А.В.
Изучение адсорбционной активности флюорита перманганатным микрометодом 24

Дегодя Е.Ю., Анисимова В.Е.
Состояние и перспективы использования сырьевой базы плавикового шпата в России 25

Орехова Н.Н., Мацук А.П.
Определение угла естественного откоса 26

Фадеева Н.В., Зинченко А.А.
Повышение эффективности грохочения мраморного щебня 27

Синкина Н.А., Ступина А.Я., Сагадатова А.В., Пермякова А.М.
Подбор оптимальных параметров измельчения титаномагнетитовой руды с целью получения максимального прироста класса -0,074 мм для дальнейшей ультразвуковой обработки 28

Шавакулева О.П., Синкина Н.А., Сагадатова А.В.
Изучение влияния методов обработки титаномагнетитовой руды на селективность разрушения 29

Синкина Н.А., Зинченко А.А., Анисимова В.Е., Павлова Е.В.
Исследование влияния реагентной обработки на эффективность грохочения строительного камня 30

Шавакулева О.П., Ступина А.Я.
Изменение показателей энергозатрат при переработке титаномагнетитовых руд с применением интенсификаторов измельчения 31

Шавакулева О.П., Рябикова М.В., Якшимбаева А.А.
Изучение эффективности термомагнитной сепарации хромитовых руд 32

Арабаджи Я.Н., Орехова Н.Н., Абдрахманов К.И., Абдрахманов Э.И.
Анализ методов снижения и причин загрязнения сульфидных концентратов шламистыми частицами вмещающих пород 33

Орехова Н.Н., Арабаджи Я.Н., Хардин И.С., Шаманина Е.А.
Изучение влияния реагента–депрессора на величину краевого угла смачивания кварца и сфалерита..... 34

Секция «Геология, маркшейдерское дело» 35

Литвиненко Н.В., Маврин Ю.Д.
О возможности применения БПЛА для выполнения маркшейдерского мониторинга бортов карьеров (разрезов) и откосов отвалов 35

Колкова М.С., Казиков К.В.
Изучение структурных особенностей горного массива на примере месторождения Малый Куйбас 36

Колкова М.С., Агапов Д.Е.
Анализ деформационных процессов на карьере «Малый Куйбас» 37

Колкова М.С., Исаков С.А.
Методика определения положения поверхности скольжения оползня по результатам маркшейдерских наблюдений 38

Винальева Е.А.
Исследование факторов процесса сдвижения земной поверхности после завершения горных работ на примере Сарановского месторождения хромитовых руд..... 39

Секция «Горные машины и транспортно-технологические комплексы» 40

Подболотов С.В.
Разработка методологии внедрения источников возобновляемой энергии при проведении подземных горных работ 40

Подболотов С.В.
Моделирование движения потока текучего в центробежном вентиляторе с соосным расположением рабочих колес в программном комплексе Solidworks 41

Подболотов С.В.
Анализ систем позиционирования железнодорожного транспорта..... 42

Першин Г.Д., Пшеничная Е.Г., Эрмосо Д.Г.
Разрушение естественных отдельностей горных пород одиночным шпуровым зарядом..... 43

Кудряшов А.А.
Встроенные системы контроля технического состояния металлоконструкций грузоподъемных машин..... 44

Шешукова Е.И., Плащинский В.А., Иванов С.Л.
Влияние насыпной плотности и крупности породы на величину усилия копания ковшом экскаватора 45

Lukashuk O.A., Maalaoui Hamed
On the issue of development of rotor movement control system of a quarry rotary excavator 46

Блинов Д.О.
Анализ эффективности использования ультразвуковых датчиков для навигации самоходной платформы в условиях ограниченной видимости 47

Мякотных А.А., Иванова П.В., Иванов С.Л.
Схемное решение механизма перемещения мостовой платформы по обводненной торфяной залежи 48

Корогодин А.С., Иванов С.Л.
Рационализация процесса оценки технического состояния опорных подшипников барабанной мельницы в составе плавучего комплекса горного оборудования 49

Салимов А.Э., Иванов С.Л.
Подходы к добросовестному техническому обслуживанию 50

Хамидов О.У., Шибанов Д.А.
Обеспечение требуемого уровня готовности карьерных экскаваторов с учётом влияния эксплуатационных факторов 51

Смирнов А.И.
Специфика выемки органогенного сырья карьерным способом 52

Макарова В.В.
Внедрение предиктивной диагностики в систему технического обслуживания и ремонта карьерного экскаватора 53

Бугебрин Ш., Казаков Ю.А.
Рациональное расположение датчиков контроля позиционирования гидравлического экскаватора в условиях эксплуатации на слабых грунтах 54

Бугебрин Ш., Казаков Ю.А.
Анализ интеграции элементов системы искусственного интеллекта в гидравлический экскаватор 55

Секция «Логистика и управление транспортными системами» 56

Мишкуров П.Н., Рахмангулов А.Н.
Разработка пространственно-временной графовой нейронной сети прогнозирования параметров логистической транспортной системы 56

Корнилов С.Н., Шапшова Н.В.
Системная оптимизация работы автотранспортных предприятий в современных условиях 57

Ерошенко Ю.Н., Вшивкова М.С., Дасаева Е.В., Мулюкова К.Р., Мишкуров П.Н.
Разработка программного приложения прогнозирования оборота многооборотных средств крепления готовой продукции металлургических предприятий 58

Осинцев Н.А.
Понятие гибридной многокритериальной модели устойчивой цепи поставок 59

Сысоева С.В.
Направления развития автобусных перевозок в г. Магнитогорске 60

Соколовский А.В.
Стратегии устойчивого развития предприятий горнодобывающего комплекса 61

Гильфанов М.О.
Использование трубопроводного транспорта для закладки выработки угольного разреза «Коркинский» 62

Слободонюк Д.Д.
Оценка эффективности замены на складе дизельного погрузчика на электрический 63

Осинцев Н.А., Мишкуров П.Н., Цыганов А.В., Мельников М.С.
Научные результаты второго этапа проекта «Разработка гибридной многокритериальной модели устойчивых цепей поставок на основе «зелёных» принципов и технологий» 64

Валеев И.И.
Имитационная модель оперативного управления запасами многооборотных средств крепления готовой продукции металлургических предприятий 65

Секция «Современные проблемы аглодоменного производства» 66

Харченко А.С., Сибагатуллин С.К., Бигеев В.А., Кирик В.М., Вакуленко А.И., Сапожников А.А.
Расчётное содержание железа в шлаках производства никелевого файнштейна из природных разновидностей руд Талнахского месторождения 66

Харченко А.С., Сибагатуллина М.И., Павлов А.В., Бегинюк В.А., Кунакбаева А.Т., Кургузов К.В.
Решение задачи увеличения потребления природного газа в доменной плавке ПАО «ММК» на сырье из железосиликатных руд 67

Сибагатуллин С.К., Харченко Е.О., Павлов А.В., Бегинюк В.А., Тетюшин К.П., Логачёв Г.Н.
Сравнительное диагностирование магнетитового и железосиликатного сырья периодами их проплавки в доменной печи № 1 ПАО «ММК» 68

Юдина С.В.
Выявление зависимости изменения температур газа по радиусу колошника от параметров загрузки и характеристик дутья 69

Потапова М.В., Харченко А.С., Сысоев В.И., Кирик В.М., Вакуленко А.И., Сапожников А.А.
Селективное восстановление комплексного железорудного сырья водородом 70

Дзюба А.В., Сысоев В.И., Савинов А.С., Харченко Е.О., Логунова П.С., Щелоков Н.С.
Испарение масла из окускованной замасленной окалины при движении в доменной печи от колошника к горну 71

Сибагатуллин С.К., Магасумов Г.З., Свиридова М.А., Щелоков Н.С., Кургузов К.В., Корнеев В.С.
Обесцинкование шламов кислородно-конвертерного цеха пирометаллургическим методом 72

Решетова И.В., Потапов И.М., Посохин М.А., Киричко А.Д., Корнеев В.С., Свиридова М.А.
Влияние связующей добавки в аглошихту на комкуемость шихты и показатели процесса спекания 73

Макарова И.В., Манашева Э.М., Байченко С.А., Головина С.С., Макарова К.Р., Аксенов Т.А.
Сравнение методик расчета профиля доменных печей 74

Секция «Современные проблемы сталеплавильного производства»..... 75

Столяров А.М., Засов Н.Е., Юдин Д.В.
Анализ суточной производительности слябовой МНЛЗ 75

Столяров А.М., Михневич А.С.
О служебных свойствах литейной стали..... 76

Столяров А.М., Юзеев И.В.
Точечная неоднородность особонизкоуглеродистой стали..... 77

Масальский Л.С., Масальская А.С., Масальский С.С.
Применение обожжённого концентрата молибдена для прямого легирования им металла в конвертере..... 78

Масальский Л.С., Масальская А.С., Масальский С.С.
Применение ГБЖ (HBI) мелкой фракции для замены части лома при выплавке стали в конвертере 79

Потапова М.В., Андронов А.В., Юдин Д.В., Потапов И.В., Максимов А.В.
Восстановление шлаков в жидкой ванне с получением стального полупродукта..... 80

Бигеев В.А., Кошкаров А.А.
Особенности ковшевой обработки при производстве особонизкоуглеродистой стали 81

Бигеев В.А., Майданкин К.С.
Развитие ковшевой десульфурации чугуна..... 82

Исаев М.К., Бигеев В.А.
Производство и применение высокопроцентного силикокальция для модифицирования стали 83

Чумичев Е.К.
Импортозамещение в рамках изготовления для стороннего заказчика современного кристаллизатора МНЛЗ совместно с ГНЦ ФГУП «НИИЧЕРМЕТ» им. И.П. Бардина 84

Секция «Современные проблемы в химической технологии и металлургии. Физикохимия металлургических процессов»..... 85

Сысоев В.И., Дзюба А.В., Щёлоков Н.С., Хасанова А.Ф., Осколкова Е.Д.
Исследование химического состава продуктов окислительной деструкции масел замасленной прокатной окалины методом газовой хроматографии..... 85

Савинов А.С., Сысоев В.И., Дзюба А.В., Мансурова К.И., Мухутдинова В.Е., Свиридова М.А.
Газохроматографическое исследование продуктов термокаталитических превращений углеводородов масла замасленной прокатной окалины в восстановительной атмосфере 86

Жидков М.Ю., Шайхисламова Т.А., Саперова А.А.
Сопоставление технолого-экономических параметров получения кокса соответствующего качества с учетом практики работы 12-БИС батареи или реализация технологии трамбования 87

Саперова А.А., Жидков М.Ю., Серегина А.Е., Ахметова Г.Р.
Использование угольной шихты с высоким содержанием слабоспекающихся и неспекающихся компонентов с приненением технологии коксования трамбованной шихты 88

Крылова С.А., Алексеев Д.И., Важинская Д.Ю., Криворучко Д.Д.
Исследование структурной прочности кокса в зависимости от марок углей .. 89

Смирнов А.Н., Зинченко С.С.
Определение параметров пластического состояния угольной шихты, экспериментальные и расчетные данные 90

Махоткина Е.С., Шубина М.В., Баландова Е.С.
Влияние добавок на процессы формирования пластического слоя углей для коксования 91

Свечникова Н.Ю., Мазова А.В., Уразаков Е.Т., Мазов А.В., Юдина С.В., Юдин Д.В.
Получение игольчатого кокса из каменноугольной смолы 92

Смирнов А.Н., Будаев П.Е., Курмангалеева Б.А., Ярмухаметова А.Р.
Анализ факторов, влияющих на механическую прочность металлургического кокса 93

Волощук Т.Г., Кильдиярова Л.С.
Влияние качества каменноугольного поглотительного масла на улавливание бензольных углеводородов 94

Смирнов А.Н., Шульгин А.С., Никитенко М.А.
Анализ способов переработки коксовой пыли КХП ПАО «ММК» 95

Кузьмина Е.Е., Крылова С.А.
Очистка дымовых газов отопительной системы коксовой батареи №12 коксохимического производства ПАО «ММК» 96

Масалимов А.В., Степанова М.Н.
Анализ возможности переработки каменноугольных фусов 97

Алексеев Д.И., Головашов И.А.
Автоматизация процесса формирования выборки данных для построения математических моделей М10 и М25 98

Алексеев Д.И., Деулина А.Д.
Разработка методики подготовки пробы для определения показателей CRI, CSR и $П_с$ в лабораторных условиях НФ НИТУ «МИСиС» 99

Швалёва А.В., Таракин Д.А.
Методика управления процессом нагрева установки CRI-CSR в ручном режиме в условиях НФ НИТУ «МИСиС» 100

Шубина М.В., Махоткина Е.С., Долганова М.Н.
Анализ проблем качества наплавленного металла из порошковой проволоки 101

Шубина М.В., Махоткина Е.С., Долганова М.Н.
Исследование физико-химических характеристик порошковой проволоки для внепечной обработки металлургических расплавов 102

Рябчикова А.Д., Спирин М.С.
Баромембранные процессы в системе очистки сточных вод 103

Масалимов А.В.
О возможностях применения неравновесной термодинамики к плазмохимическим процессам 104

Спирин М.С., Удалова А.П., Пляго А.В.
Совершенствование методик проведения мероприятий контроля технического состояния образцов вооружения, военной и специальной техники 105

Волков А.И., Кологриев К.А., Кологриева У.А.
Технология выплавки низкоуглеродистого феррохрома из концентрата хромитовой руды Сопчеозёрского месторождения 106

Волков А.И., Краснянская И.А., Стулов П.Е.
Решение проблемы утилизации отходов металлургической промышленности путём получения из них железо- и кремнийсодержащей продукции 107

Секция «Современные проблемы литейного производства» 108

Юмабаев А.А., Скрипкин Е.В., Троянов А.В.
Математическое моделирование литья прокатных валков центробежным способом 108

Маркевич А.В.
Оценка рисков производителя и потребителя при выявлении недостоверных результатов контроля 109

Синицин Н.И., Белкин Д.Е., Потапов М.Г.
Исследование жидкого строения расплава ИЧ300Х25Ф3М 110

Щенникова В.А., Феоктистов Н.А.
Разработка научно обоснованных технологических решений по управлению процесом формирования графитовой фазы в рабочем слое чугунных валков в процессе кристаллизации 111

Феоктистов Н.А., Троянов А.В.
Исследование влияния технологических факторов на процесс формирования мартенсита в валковом чугуне 112

Рудь К.И.
Оценка и расчет напряженного состояния прокатного валка в процессе термической обработки 113

Волков С.Ю.
Совершенствование конструкций внутренней геометрии литых рабочих деталей центробежных песковых и грунтовых насосов с целью повышения эксплуатационной стойкости 114

Потапов М.Г., Гулаков А.А.
Исследование влияния режима термической обработки на эксплуатационные свойства листопрокатных индефинитных валков нового поколения для чистовых клетей станов горячей прокатки изготовленных в условиях ЗАО «КЗПВ» 115

Зарицкий Б.Б.
Влияние расстановки опорных связей на напряженное состояние прокатного валка в процессе термообработки 116

Савинов А.С., Феоктистов Н.А., Андреев С.М., Михалкина И.В., Зарицкий Б.Б.
Предупреждение нарушения сплошности литых биметаллических прокатных валков 117

Фочина К.В.
Прогнозирование динамики изменения твердого слоя цилиндрических отливок разностным методом решения задачи теплопроводности 118

Подосян А.А.
Оптимизация конструкции узких стенок кристаллизаторов МНЛЗ 119

Шайхутдинова И.И.
Применение технологий искусственного интеллекта при контроле качества отливок из алюминиевых сплавов 120

Струкова В.И., Каменских А.А., Носов Ю.О., Пустовалов Д.О.
Математическое описание поведения фотополимера для литья по выжигаемым моделям 121

Богомягков А.В., Шаров К.В., Уфимская В.А., Пустовалов Д.О., Абляз Т.Р., Килина П.Н.
Подбор режимов выжигания фотополимеров J-CAST, SI 500, DENTAL-CAST в гипсовой форме 122

Шаров К.В., Богомягков А.В., Уфимская В.А., Абляз Т.Р.
Изготовление заготовки типа «крыльчатка» литьем по выжигаемым фотополимерным моделям 123

Уфимская В.А., Пустовалов Д.О.
Исследование гидравлических сопротивлений керамических фильтров с регулярной структурой 124

Секция «Материаловедение и термическая обработка металлов и сплавов» 125

Чукин М.В., Копцева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Миронюк К.С.
Использование методов дифференциально-сканирующей калориметрии и термоЭДС для определения температур начала рекристаллизации платинородиевых термопар 125

Копцева Н.В., Кузнецова Е.О., Ефимова Ю.Ю., Токарева Н.В.
Разработка производства путевого шурупа с повышенной ударной вязкостью, используемого в верхнем строении пути при низких температурах эксплуатации 126

Сычков А.Б., Атангулова Г.Я.
Особенности ремонта деталей промышленных газовых турбин 127

Сычков А.Б., Вафин Ю.Н.
Особенности термической обработки высокопрочной упаковочной ленты ... 128

Сычков А.Б., Иорданов Е.В.
Статистический анализ результатов химического состава образцов ТБД в регионе ХМАО-ЮГРА 129

Завалищин А.Н., Рядцких В.А.
Исследование структуры и свойств стали бандажированных валков горячей прокатки 130

Завалищин А.Н., Башарова А.А.
Химическая и структурная неоднородности непрерывнолитого сляба и толстолистового проката стали категории прочности К65 131

Петроченко Е.В., Соколова А.Л.
Особенности структуры высокопрочных двухфазных сталей 132

Емелюшин А.Н., Зайцев А.Е.
Применение композиционных материалов на базисе эпоксидной матрицы с различными наполнителями 133

Емелюшин А.Н., Кутлубулатова Я.Б.
Металлургия Урала XIX века (Тирлян – Белорецк) 134

Куприянова О.А.
Влияние способа выплавки на качество листового проката из хладостойкой высокопрочной стали 135

Секция «Развитие теории и технологии процессов обработки металлов давлением и глубокая переработка металлов» 136

Трубников Н.А., Лопатина Е.В., Полякова М.А., Голубчик Э.М.
Особенности построения модели деформации многофазных сталей с учетом изменения фазового состава в процессе прокатки 136

Моллер А.Б., Назаров Д.А., Федорова А.А.
Анализ возможности увеличения температуры конца прокатки катанки диаметром 9-11 мм из стали 65-80 137

Зайнуллин А.И.
Состояние и направления развития способов силовой обработки подвижных стальных канатов двойной свивки 138

Баймурзина Г.С., Харитонов В.А.
Теория и технология процесса изготовления проволочных винтовых профилей кручением 139

Харитонов В.А., Иванцов А.Б., Ульянов С.А.
Способы управления процессом холодной безоправочной навивки стальных пружин 140

Моллер А.Б., Савва А.Д.
Повышение производительности прокатного стана путем применения технологий создания цифровых двойников для обучения и производства 141

Васенков Н.С.
Разработка концепции создания цифрового двойника технологических процессов сортовой прокатки на стане 370 ПАО «ММК» 142

Левандовский С.А., Глотов И.Д.
Разработка концепции создания цифрового двойника технологических процессов сортовой прокатки на стане 450 ПАО «ММК» 143

Левандовский С.А., Гордеев И.И.
Разработка, создание и применение в учебном процессе программы-тренажера «Листопрокатный стан» 144

Ильясов И.З.
Разработка концепции создания цифрового двойника всей технологической линии процесса сортовой прокатки на стане 170 ПАО «ММК» на основе имеющегося в МГТУ им. Г.И.Носова опыта 145

Левандовский С.А., Кинзин Д.И., Тулупов О.Н., Моллер А.Б.
Разработка, теоретическое исследование и экспериментальное опробование ресурсосберегающих методов повышения эксплуатационных характеристик стального сортового проката на основе развития теории структурных матриц и применения цифровых двойников 146

Мосабаев Р.В.
Особенности формирования требуемых значений показателей качества катанки из высокоуглеродистой стали на линиях воздушного охлаждения Стелмор 147

Паркина Ю.В.
Потенциал разработанной технологии производства термоупрочнённого проката на стане 450 сортового цеха ПАО «ММК» и перспективы её применения на других предприятиях 148

Трегубов Д.А.
Применения современных технологий виртуальной (VR), дополненной (AR) и смешанной реальности для совершенствования технологических процессов в металлургии и обучения 149

Столяров А.Ю., Мелихов Е.Д.
Современное состояние и направление повышения эффективности производства низкоуглеродистой проволоки в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» 150

Румянцев М.И., Васильева М.Б.
Концепция инжиниринга интеллектуальных технологий производства холоднокатаной листовой стали 151

Румянцев М.И., Завалищин А.Н., Зотов Д.А.
Развитие модели упрочняющего охлаждения для инжиниринга интеллектуальных технологий производства крупногабаритных листов 152

Румянцев М.И., Мамадилов В.Д.
Некоторые частные решения инжиниринга интеллектуальных технологий производства крупногабаритных листов 153

Бирюкова О.Д., Носов Л.В., Барышникова А.М., Ребренцева П.В., Лактионов А.А., Чернов А.А.
Исследование возможности измельчения зерна при горячей прокатке листов из стали 20 154

Песин А.М., Локотунина Н.М., Песин И.А., Бирюкова О.Д., Сверчков А.И.
Применение технологии асимметричной холодной прокатки ленты из высокоуглеродистых марок сталей для исключения операций промежуточного отжига 155

Бирюкова О.Д., Могильных А.Е., Комкова Д.А., Мазов А.В., Бахчеев А.Д., Бирюков М.А.
Возможности формирования ультрамелкозернистой структуры в листовых слоистых алюминиевых композитах при асимметричной аккумулирующей прокатке 156

Песин А.М., Пустовойтов Д.О., Барышникова А.М., Могильных А.Е., Никитина М.А.
Исследование структуры низкоуглеродистых сталей после холодной асимметричной прокатки 157

Овсянников Б.В., Замараев В.А., Яковлев С.И., Пустовойтов Д.О., Песин И.А., Носов Л.В.
Численное моделирование процессов черновой и чистовой горячей прокатки алюминий-литиевого сплава 1441 методом конечных элементов: напряженно-деформированное и тепловое состояние 158

Овсянников Б.В., Замараев В.А., Яковлев С.И., Пустовойтов Д.О., Песин И.А., Носов Л.В.
Анализ технологической применимости новой схемы плакирования слитков из алюминиевых сплавов на промышленно-лабораторном стане 400..... 159

Песин А.М., Никитина М.А., Барышникова А.М., Сверчков А.И., Бахчеев А.Д.
Асимметричная прокатка деформируемого алюминиевого сплава марки 1580 .. 160

Корнилов Г.П., Локотунина Н.М., Бирюков М.А., Лукьянов Е.Д.
Исследование влияния скоростной асимметрии на параметры прокатки в четырехвалковом калибре 161

Локотунина Н.М., Рашевский К.А.
Повышение эффективности технологического комплекса горячей-холодной прокатки с использованием асимметричного деформирования 162

Корнилов Г.П., Могильных А.Е., Бирюков М.А., Бахчеев А.Д., Цатурянц М.С.
Разработка эффективной технологической схемы производства холоднокатаной нержавеющей стали 20Х13 с использованием асимметричного деформирования..... 163

Усанов М.Ю., Петров И.М., Снимщиков С.В., Дёмин Д.О.
Методика оценки уровня качества стали арматурной при долговременном контроле..... 164

Харитонов В.А., Усанов М.Ю., Мелихов Е.Д.
Модель асимметричной прокатки круглой заготовки в валках с гладкой бочкой 165

Кинзин Д.И., Арцибашев С.В., Тулупов О.Н.
Соотношение усилий прокатки при плоском и объёмном деформированных состояниях 166

Пивоварова К.Г., Рыбакова М.С.
Разработка цифрового двойника технологического процесса производства высокоуглеродистой проволоки 167

Пивоварова К.Г., Тагирова В.М.
Калориметрические исследования фазовых превращений в стали 42CrMo4 . 168

Пивоварова К.Г.
Исследование термической и термоокислительной стабильности отечественных и импортных смазочных материалов, используемых для производства сварочной проволоки.....169

Адищев П.Г.
Актуальность применения высокопрочной хладосткой стали для конструкций ответственного назначения 170

Денисов С.В., Вакин В.С., Денисова Е.С., Денисов П.С.
О необходимости разработки государственных стандартов на плакированный металлопрокат 171

Присяжный А.Г., Анищенко А.С.
Калибровка труб с винтовыми гофрами.....172

Анищенко А.С., Присяжный А.Г.
Деформирование силуминов в изотермических условиях 173

Головизнин С.М., Брюханов И.Ю.
Влияние кратности маршрута на работу деформации при волочении проволоки 174

Секция «Технологии и машины обработки давлением, сварки и машиностроения: актуальные проблемы развития и совершенствования» 175

Шекшеев М.А., Михайлицын С.В., Керимова Л.Ф., Мирзаев А.Ш.
Исследование первичных и вторичных сварочных шлаков, полученных при сварке покрытыми электродами 175

Шекшеев М.А., Куприянова О.А., Михайлицын С.В., Ширяева Е.Н., Ильясов И.И.
Особенности качества сварочных электродов с основным покрытием 176

Звягина Е.Ю., Огарков Н.Н.
Применение критериев подобия и обобщенных координат для математического моделирования переноса микрогеометрии поверхности валка на поверхность полосы.....177

Харченко М.В., Дема Р.Р., Амиров Р.Н., Латыпов О.Р., Буренков А.С., Коровченко А.С.
Экспериментальное исследование износа смазанной пары трения в условиях контакта качения и качения с проскальзыванием 178

Харченко М.В., Терентьев Д.В., Колдин А.В., Рудь К.И.
Аналитическое исследование влияния нестационарного режима контактного взаимодействия смазанной пары трения на условия формирования антифрикционного слоя.....179

Колдин А.В., Амиров Р.Н., Латыпов О.Р., Харченко М.В., Буренков А.С., Коровченко А.С., Амирова С.А.
Совершенствование лабораторной установки для изучения процессов теплообмена на плоской высокотемпературной поверхности при ее охлаждении натекающими ламинарными струями 180

Дема Р.Р., Латыпов О.Р., Архипов Е.В.
Анализ известных решений, направленных на получение профиля поперечного сечения горячекатаных полос 181

Амиров Р.Н., Осипенко А.А.
Формирование функции эксплуатационной надежности активов на промышленных предприятиях России 182

Терентьев Д.В., Усанов М.Ю., Шеметова Е.С., Фасхитдинова Ю.Р.
Определение напряженно-деформированного состояния сталемедной проволоки при волочении на основе результатов моделирования 183

Платов С.И., Перминова А.В., Лукьянчиков А.Д., Фасхитдинова Ю.Р.
Подходы и тенденции в производстве толстолистового проката ответственного назначения 184

Звягина Е.Ю., Перминова А.В., Лукьянчиков А.Д.
Анализ лазерного текстурирования рабочих валков для холодной прокатки 185

Терентьев Д.В., Точилкин В.В., Шленкин С.А.
Развитие систем привода конструкций для захвата и подъема электрода 186

Платов С.И., Михалев С.А.
Модернизация оборудования установок непрерывного литья и деформации на основе моделирования 187

Носачев Д.С.
Разработка и исследование гидравлического оборудования металлургического оборудования 188

Михалев А.В., Лернер М.М.
Совершенствование конструкций системы кристаллизатор – зона деформации установки непрерывного литья и деформации 189

Андросенко М.В., Точилкин В.В., Крайний И.В.
Совершенствование конструкций системы сталеразливочный ковш – промежуточный ковш – кристаллизатор сортовых МНЛЗ 190

Миянов А.Г., Платов С.И., Фасхитдинова Ю.Р.
Исследование влияния параметров холодной прокатки на плоскостность полос 191

Кургузов С.А., Звягина Е.Ю., Шаченко И.В.
Анализ способов окрашивания узкой стальной движущейся ленты 192

Кургузов С.А., Шарафутдинов Д.М.
Разработка конструкторского обеспечения токарного станка с целью обеспечения числового программного управления 193

Урцев Н.В., Масленников К.Б.
Моделирование формирования структурного состояния трубной стали при КТМО 194

Керимова Л.Ф., Макаров Б.Б.
Сравнительный анализ аналитического расчета усилия волочения катанки из ШХ15 с результатами компьютерного моделирования процесса волочения 195

Дема Р.Р., Левко П.М.
Оценка теплового состояния кокиля при формировании рабочего слоя прокатных валков методом центробежного литья заготовок 196

Конев С.В., Кенарь Е.В., Куликов С.С., Осипов М.С.
Исследование напряженно-деформированного состояния эксцентрикового кулачка методом конечных элементов 197

Дуденков М.А., Колобов В.Н.
Применение сварочных кареток при производстве металлоконструкций в условиях цеха металлоконструкций ООО «МРК» 198

Крайний И.В., Умуткужин Ф.Ф.
Модернизация универсального стенда с целью увеличения ассортимента контролируемых тюбингов 199

Подосян А.А., Штомпель М.Е.
Оптимизация конструкции и технологии изготовления и сборки тележек спекательных 200

Ран М.А., Макаров В.Ф.
Моделирование процесса «твердого» точения с целью определения теоретической температуры в зоне резания при обработке закаленной стали..... 201

Шибанов Д.А., Медведь Е.А.
Улучшение технического обслуживания нефтегазовых сепараторов 202

Першин О.В., Беляев С.Ю., Раскатов Е.Ю., Булганина М.Ю.
Исследование технологических нагрузок в линии элементов привода и рабочей клети прошивного стана ТПА 8-16” 203

Килина П.Н., Дроздов А.А.
Формирование тонкостенных сетчатых конструкций селективным лазерным плавлением порошка CoCr 204

Реуцкий Н.М.
Новая технология реновации почвообрабатывающего инструмента 205

Самотугин С.С.
Плазменное наноструктурирование металлообрабатывающего инструмента из твёрдых сплавов 206

Секция «Машины, агрегаты и процессы металлургического производства»..207

Подосян А.А., Колейников А.В.
Оптимизация технологии, ремонта зубчатых колёс клетевых и блочных редукторов МНЛЗ ККЦ И ЭСПЦ 207

Неганов И.Ю., Изотов О.И.
Модернизация системы подачи песчаной смеси. Замена шиберных затворов на конусные затворы..... 208

Шигапов И.Р.
Импортозамещение. Оптимизация технологии изготовления корпуса шарнира ДУ-260 за счет использования сварочного шаблона..... 209

Яковлева Т.Б., Баскаков Е.С.
3D-моделирование и виртуальный процесс сборки крупногабаритных изделий в машиностроении 210

Рябов Е.А., Ломшакова А.Е.
Роль точности концевых фрез в технологической системе фрезерования..... 211

Тютеряков Н.Ш.
Моделирование температурных условий эксплуатации и изнашивания роликов валковой арматуры стана 170 сортового цеха ПАО «ММК» с целью повышения их износостойкости 212

Тютеряков Н.Ш.
Оценка ресурса подшипников скольжения валковой арматуры PRD сортового стана 450 ПАО «ММК» 213

Корчунов А.Г., Олейник Д.Г.
Исследование напряженно-деформированного состояния технологического инструмента при штамповке высокопрочных болтов с фланцем с целью повышения его долговечности 214

Залилов Р.В.
Развитие технических компетентностей персонала ремонтной службы предприятий 215

Усатая Т.В., Руденко Ю.В.
Проблемы и тенденции российского промышленного дизайна 216

Крайний И.В., Крайняя И.А.
Совершенствование конструкции балки промежуточного ковша МНЛЗ 1,2 ЭСПЦ 217

Андросенко М.В., Кошелев А.П.
Моделирование напряженно-деформированного состояния сортовой заготовки в ПО SIEMENS NX 218

Андросенко М.В., Куликов С.С., Харлов Д.А., Потапов И.М.
Исследование тепловых и механических процессов в колоннах гидравлического ковочного пресса «UNITED» 219

Макарова К.Р., Кондрашова А.С., Трубников А.Е.
Анализ и модернизация механизма главного подъёма литейного крана ЭСПЦ ПАО «ММК» 220

Кенарь Е.В., Куликов С.С.
Проектирование кулачкового механизма с равноускоренным движением толкателя 221

Секция «Строительные материалы и изделия» 222

Воронин К.М., Мурзакаева А.А.
Экспертиза сметной документации в строительстве: важность и этапы проведения 222

Воронин К.М., Пурис А.В.
Проектирование бетона на золощелочном вяжущем 223

Некрасова С.А., Гераскина И.В.
Совершенствование и развитие системы методов контроля качества строительной продукции в современных условиях 224

Некрасова С.А., Кошелев А.П.
Преимущество засыпного анкерного соединения для механизмов с повышенной вибрационной нагрузкой 225

Некрасова С.А., Мельников С.И., Савин Д.В.
Контроль качества строительных работ при реконструкции 226

Тарыбаев С.Е.
Влияние сырьевых материалов на белизну цемента 227
Перевозова К.Д.
Ключевые требования и особенности выбора наполнителей в штукатурных смесях 228
Хамидулина Д.Д., Трубкин Д.В.
Влияние интенсификатора помола на производительность цементной мельницы 229
Хамидулина Д.Д., Татаркин М.С.
Эффективность замены природного песка на отсевы дробления в мелкозернистом бетоне 230
Хамидулина Д.Д., Ткачева Т.А., Козин М.А.
Влияние центробежно-ударного помола на свойства глинистого сырья 231
Шишкин И.В., Новиков Е.В.
Современные проблемы при проведении закладочных работ с твердеющей закладкой 232
Секция «Промышленное и гражданское строительство» 233
Кришан А.Л., Астафьева М.А., Морозов М.С., Кучеров А.В.
Устойчивость высотного здания к прогрессирующему обрушению 233
Кришан А.Л., Астафьева М.А., Лихидько М.А., Мухамбетов Т.Б.
Конструктивное решение высотного здания многофункционального центра 234
Кришан А.Л., Астафьева М.А., Асадов Т.З., Кучеров Е.В.
Повышение сопротивления высотного здания прогрессирующему обрушению. 235
Чикота С.И.
Оценка влияния уплотнения застройки на естественное освещение помещений 236
Ильин А.Н., Бардина В.А.
Реконструкция кирпичных зданий с применением инъекционных усилений 237
Пермяков М.Б., Будакова А.В.
Биоархитектура в проектировании комфортной среды жилых объектов 238
Пермяков М.Б., Пашков Е.И.
Организация огнеупорных футеровок газоходов на Урале 239
Пермяков М.Б., Краснова Т.В.
Тенденции развития рынка малогабаритного жилья 240
Осипов Н.А.
Подходы в управлении строительными проектами 241
Жданова А.М.
Развитие технологии устройства водозаборных скважин, устойчивых к действию динамических нагрузок 242
Горбунова О.Ю., Пичугин Д.С.
Влияние повышения ставки рефинансирования на жилищное строительство 243
Горбунова О.Ю., Трубкина И.В.
Снижение трудоемкости строительства 244
Горбунова О.Ю., Пичугин Д.С.
Кадровый голод в строительстве 245

Варламов А.А.
Определение напряженно-деформированного состояния бетонного элемента с помощью решетки тензодатчиков.....246

Варламов А.А.
Распределение энергии при ограничении сроков проведения процесса 247

Варламов А.А.
Методика и устройство для испытания клеевых соединений 248

Чернышева А.С., Наркевич М.Ю., Трубкин В.В., Шайхулина Н.В., Азаров А.П., Попов Д.В.
Анализ распределения дефектов и повреждений зданий и сооружений на опасных производственных объектах металлургических предприятий.....249

Чернышева А.С., Ямалетдинова К.В.
Организация технического обследования жилищного фонда для определения приоритетности проведения капитального ремонта 250

Наркевич М.Ю., Головачев А.В., Логунова Т.В., Логунова П.С., Логунов М.В., Наркевич А.В.
Рекомендации для повышения достоверности ультразвукового контроля качества строительных металлоконструкций зданий и сооружений на опасных производственных объектах.....251

Гром А.Н.
Исследование напряжённо-деформированного состояния стропильных ферм с учётом имеющихся дефектов и повреждений.....252

Сагадатов А.И., Наркевич А.В.
Анализ напряженно-деформированного состояния сплошностенчатых подкрановых балок прокатных цехов металлургических предприятий.....253

Трубкина И.В., Воронин К.М., Трубкин И.С.
Предпосылки к совершенствованию существующих технологий ремонта полов производственных зданий 254

Роменская А.М.
Проблематика обеспечения требований безопасности при проектировании здания режимного объекта специального назначения: «Спальный корпус президентского кадетского училища».....255

Дерябин Д.И., Чернышева А.С., Забитов Р.М., Корниенко В.Д., Филиппов Н.С.
Результаты обследования технического состояния здания склада валков сортового цеха на опасном производственном объекте металлургического предприятия.....256

Забитов Р.М., Дерябин Д.И., Чернышева А.С., Корниенко В.Д., Мензелинцев А.М.
Результаты обследования технического состояния здания участка обработки литой заготовки сортового цеха на опасном производственном объекте металлургического предприятия.....257

Шаповалов Э.Л.
Многофункциональная сквозная полигональная конструкция для большепролетных зданий и сооружений.....258

Секция «Теплогазоснабжение и вентиляция» 259

Старушко А.А.
Оптимизация проектных решений в части вентиляции гаража спецтехники . 259

Морева Ю.А., Бернацкий С.Д.
Утилизация тепла дымовых и отходящих газов металлургического производства 260

Врадий А.В.
Влияние дефектов облицовки ограждающих конструкций из сэндвич-панелей на их теплофизические свойства 261

Домнин В.Ю.
Разработка лабораторного стенда установки вентиляции и кондиционирования воздуха 262

Базанова Е.В., Каримов А.Ф.
Особенности проектирования системы отопления в дошкольных учреждениях 263

Старкова Л.Г., Лутфуллина К.Р.
Оценка эффективности прерывистого отопления офисного здания 264

Новоселова Ю.Н., Бредихин Г.А.
Промышленное газоснабжение: проблемы и перспективы 265

Новоселова Ю.Н., Воронков А.С.
Комплексное развитие газификации поселковых территорий 266

Карапетова И.В.
Оптимизация систем осушения воздуха в ледовых аренах с использованием моделирования 267

Морева Ю.А., Коликова Е.П.
Утилизация тепла сточных вод на примере КНС №8 города Магнитогорска 268

Королев С.А.
Реконструкция системы вентиляции дворца творчества детей и молодёжи в городе Магнитогорск в соответствии с современными требованиями 269

Старкова Л.Г., Сайгина Т.Д.
Аудит и нормализация систем вентиляции в действующем родильном доме №1 г. Магнитогорска 270

Суровцов М.М., Юлдашев А.Р.
Совместное использование генетических алгоритмов и CFD-моделирования при проектировании систем теплоснабжения и вентиляции 271

Новоселова Ю.Н., Харлов Д.А.
Проблемы эффективности системы отопления во временно-жилом модуле платформе «Беркут» 272

Старкова Л.Г., Филёва И.А.
Анализ расчетных методик аэрации горячих металлургических цехов 273

Секция «Урбанистика и городское планирование» 274

Бочков В.С., Родионова А.А.
Пространственный анализ городской среды Белорецка и разработка предложений по ее улучшению для повышения качества жизни населения .. 274

Добарский Д.В.
Анализ инфраструктуры массового спорта города Магнитогорска 275

Кротов И.А.
Мероприятия по повышению эффективности функционирования систем теплоснабжения 276

Лушников Е.К., Родионова А.А.
Методика определения технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений с учетом протекающих в них процессов износа при воздействии фактора пожаровзрывоопасности 277

Петухова А.Д., Родионова А.А.
Доступность городской среды районов Магнитогорска для подростков 278

Морева Ю.А., Савенкова А.С.
Повышение уровня знаний истории родного города среди молодежи 279

Сибагатуллина А.А., Родионова А.А.
Озеленение уязвимых участков города с целью восстановления благоприятных условий для жителей 280

Суровцов М.М., Копытова А.В.
Влияние архитектурной среды на эмоциональное состояние социума 281

Суровцов М.М., Чикунов Г.И.
Историческая застройка в современной архитектуре городов: проблема сохранения и использования 282

Бернюкевич Т.В., Голубева О.А., Мерзлякова П.О.
Производство и применение экологичных строительных материалов как основное направление строительства 283

Секция «Архитектура» 284

Барышникова М.Ю., Вишняков С.А.
Реконструкция центра правовой информации «Библиотека П.В. Крашенинникова» 284

Барышникова М.Ю., Матвеева В.С., Емельянова В.М.
Экологическая тропа возможностей 285

Барышникова М.Ю., Суфиева К.Р.
Иновационный подход к наполнению и дизайну детского реабилитационного центра для детей с особенностями развития 286

Веремей О.М., Емельянова В.М.
Объекты культурного наследия и памятники архитектуры Южного Урала 287

Веремей О.М., Сафонова К.О.
Парк Первых 288

Веремей О.М., Хрипунова Е.А.
Формирование творческих компетенций будущих архитекторов 289

Деменёв Д.Н., Мифтахов А.О.
Цвет как важнейший компонент организации архитектурно-художественного пространства 290

Деменёв Д.Н., Тетянюк А.И.
К вопросу о роли техники в современном синтезе искусств 291

Деменёв Д.Н.
От синкретизма к синтезу искусств 292
Лейченкова А.В., Крылова М.И.
Архитектурный проект жилого комплекса в Магнитогорске 293
Лейченкова А.В., Склярова С.А.
Архитектурный проект «Экспериментальный драматический театр» 294
Лейченкова А.В., Хасанов Р.Р.
Архитектурный проект горнолыжного комплекса на Южном Урале 295
Подобреева Е.К., Старых И.А.
Архитектурный проект бизнес-отеля в г. Магнитогорске 296
Подобреева Е.К., Телегина Д.М.
Архитектурный проект «Общеобразовательная школа в Замбии
на 400 человек» 297
Подобреева Е.К., Манашенкова В.А.
Архитектурный проект «Спортивная школа-интернат
олимпийского резерва» 298
Савостьянова Ю.А., Полозков Е.Д., Копылов К.С.
Влияние архитектурных проектов К. Мельникова на современную
архитектуру 299
Савостьянова Ю.А., Прохорова А.К.
Концепция проекта социалистическое расселение при ММК бригады ОСА
под руководством И.И. Леонидова 300
Савостьянова Ю.А.
Художественная летопись ММК в творчестве магнитогорских художников 301
Ульчицкий О.А., Балякина А.А.
Дизайн-концепция эко-пункта на территории внутриквартальной
площадки ТБО 302
Ульчицкий О.А., Кремлёва А.А.
Концепция современной площадки ТБО в структуре жилого
микрорайона города 303
Ульчицкий О.А., Чеха Е.Е.
Архитектурно-конструктивное решение нового корпуса санатория
«Металлург» в Ессентуках 304
Хисматуллина Д.Д., Загидуллина Р.Р.
Библиотека с образовательным комплексом 305
Хисматуллина Д.Д., Зубарев А.А.
Архитектурный проект многофункционального спортивного комплекса 306
Хисматуллина Д.Д., Михайлов П.Е.
Современный храмовый комплекс 307
Часовитина П.А., Тетянюк А.И.
Архитектурный проект крытого легкоатлетического манежа 308
Часовитина П.А., Тарасова А. К.
Архитектурный проект «Выставочный центр с художественными
мастерскими в городе Магнитогорске» 309

Часовитина П.А., Мамонова П.А.
Архитектурный проект «Санаторно-курортный комплекс в городе Белорецке» 310

Уморина Ж.Э., Полякова Н.А.
История и причины возникновения конструктивизма 311

Титов А.Л.
Влияние структуры пешеходных пространств города на пространственно-временные действия пешеходов 312

Уморина Ж.Э.
Применение технологии биоэнергетики в архитектуре 313

Секция «Дизайн» 314

Антоненко Ю.С., Севостьянова Д.П.
Метод комбинаторики в организации жилого пространства 314

Жданова Н.С.
Изменение ценностных установок студентов -дизайнеров на типовое жилье 60-х годов XX века 315

Ильяшева Е.В.
Система «человек-одежда-интерьер» в конструктивном решении костюма .. 316

Абдрахманова Д.Р., Ильяшева Е.В.
Современная конструкция женского костюма в славянском стиле 317

Акбалина Г.И.
Конструкторско-технологическое решение башкирского женского костюма 318

Иванов Н.О., Ильяшева Е.В.
Разработка одежды в программе САПР АССОЛЬ 319

Лосева А.В.
Подбор рационального гардероба с учетом индивидуальных особенностей телосложения подростка 320

Нагимова Е.А.
Концепция создания моделей в коллекции «Славянский шик» 321

Сальманова А.Р.
Разработка женских костюмов в программе грация для предприятия ООО «Корпорация рукоделия текстиля» 322

Ибрагимова О.В.
Трансформация как способ достижения многофункциональности интерьера 323

Чернышова Э.П.
Изучение архитектуры университета как один из методов социализации иностранных студентов 324

Арслангалина А.Т.
Художественное решение коллекции «Ветер перемен» 325

Емельянова Н.М., Ячменёва В.В.
Модельерский рисунок в подготовке инженера-конструктора 326

Дредитова А.А.
Синтез искусств как форма уникальности г.Магнитогорска 327

Зарипова А.А.
Стрит-арт в пространстве современных городов 328

Королева В.В., Емельянова Н.М., Ячменёва В.В.
Использование цифровых технологий в создании виртуальной одежды..... 329
Королева В.В., Сохачевский Я.К., Сохачевский М.К.
Современная реклама на транспорте..... 330
Мещерякова С.А.
Ландшафтный дизайн в решении экопроблем..... 331
Соколова А.А.
Человек в городской среде..... 332
Сохачевский Я.К., Сохачевский М.К.
Дизайн наградного оружия (Златоустовская гравюра)..... 333
Попова К.С.
Проблемы ландшафтного дизайна..... 334
Ячменёва В.В.
Изучение росписи по дереву студентами-дизайнерами..... 335
Екатеринушкина А.В., Рыжкова В.С.
Моделирование экспериментальной части проектирования офисных пространств..... 336
Екатеринушкина А.В.
Ориентация программ САПР на жизненный цикл изделий в учебном проектировании..... 337
Королева В.В., Филиппов Е.Г.
Моделирование логистических сетей..... 338
Кравцов Т.В.
Экскурсия-квест «Мой город»..... 339
Саляева Т.В.
Разработка и использование техники дудлинга в создании принтов фирменного стиля спортивной одежды..... 340
Григорьев А.Д.
Формальная ассоциативная композиция как основа профессионального становления студентов-дизайнеров..... 341
Зотова Д.А.
Особенности восприятия аддитивной и субтрактивной цветовой модели..... 342
Зотова Д.А., Поляков С.А.
Влияние использования нейросетей на дизайн: проблемы и последствия..... 343
Зотова Д.А., Поляков С.А.
Математика в дизайне..... 344
Крылова Е.В.
Художественно-конструкторское решение в разработке вечернего платья «Хозяйка медной горы»..... 345
Секция «Искусство и технологии в современном художественном производстве и образовании»..... 346
Аверьянова Т.А., Кузнецов Н.О.
Формирование у школьников умений самостоятельно планировать и выполнять учебные задания на уроках технологии..... 346

Аверьянова Т.А., Макарова К.Д.
Аддитивные технологии на уроках труда (технологии) 347
Вандышева О.В., Каримуллина Э.И.
Использование метеорита как нетрадиционного материала в ювелирных украшениях 348
Вандышева О.В., Лаврентьев В.В.
Актуальность выполнения художественных изделий из природного камня в технике флорентийской мозаики 349
Герасимова А.А., Карпенко Д.А.
Художественный образ как важная составляющая в процессе создания художественного произведения 350
Герасимова А.А., Маргарян Т.Т.
Применение художественной эмали в процессе создания изделия декоративно-прикладного искусства 351
Герасимова А.А., Тупицын И.Д.
Обоснование популярности использования свечей и их аксессуаров в современном интерьере 352
Давыдова В.П.
Влияние принципов психологии на выбор питания обучающегося-спортсмена 353
Исаенков Н.Г., Баишева А.И.
Использование 2D- и 3D-моделирования в обучении студентов технических специальностей 354
Каган-Розенцвейг Б.Л., Коршунова В.А.
Проектирование и технология изготовления украшения для волос в ювелирном искусстве 355
Каукина О.В., Дусалаков Д.Е.
Казахское ювелирное искусство 356
Каукина О.В., Зияитдинова Э.И.
Использование природных мотивов китайского традиционного искусства в художественно-промышленных изделиях 357
Лоханова А.В.
Воспитание бережливости в процессе изучения технологий обработки материалов 358
Сложеникина Н.С., Филиппова Н.Д.
Стилизация образов животных в дизайне ювелирных украшений 359
Ткаченко Д.А.
К вопросу креативного управления процессом профессионального становления будущего педагога-художника 360
Именной указатель 361

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ, ТЕХНИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции

Том 1

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 18.04.2025. Рег. № 42-25. Формат 60×84 1/16. Бумага тип. № 1.
Плоская печать. Усл.печ.л. 24,50. Тираж 100 экз. Заказ 125.

Издательский центр ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38
Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВО «МГТУим. Г.И. Носова»