

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 26

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
17 – 18 мая 2022 г.*

ЧАСТЬ V

Под общей редакцией профессора С.В. Коновалова

**Новокузнецк
2022**

ББК 74.48.288
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Коновалов С.В.,
д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.
канд. техн. наук, доцент Шевченко Р.А.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 17–18 мая 2022 г. Выпуск 26. Часть V. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет; под общ. ред. С.В. Коновалова – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 2022. – 446 с. : ил.

ISSN 2500-3364

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Пятая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области новых информационных технологий и систем автоматизации управления, строительства, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

I НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 004.6

АНАЛИЗ И ВЫБОР СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЖИЛЬЦАМ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Тишанинов Ю.Ю.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail:tishaninov.ura@mail.ru*

В статье представлен обзор электронных систем принятия коллективных решений посредством заочного голосования собственников квартир и произведен многокритериальный выбор одной из них для дальнейшего применения в качестве подсистемы модернизируемой локальной информационно-управляющей системе (ИУС) жилого дома (применительно к условиям г. Новокузнецка).

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, модернизация, ИУС, многоквартирный дом, многокритериальный выбор, заочное голосование.

Проведение общедомовых собраний собственников (ОСС) квартир занимает много времени, в том числе и потому, что большинство жителей трудно собрать в одном месте. Поэтому некоторые IT-компании разработали свои электронные средства для проведения собраний в заочном формате, которые ускоряют данный процесс. Эти программно-технические средства целесообразно использовать для модернизации локальной информационно-управляющей системы жилого дома (с учетом особенностей г. Новокузнецка). Известной системой можно воспользоваться без лишних усилий и затрат со стороны управляющей компании (УК) и жильцов.

При обзоре известных отечественных систем голосования были выявлены системы: «Домсканер», ГИС ЖКХ.

«Домсканер» позволяет проводить заочные голосования, оформлять всю документацию и обращаться к юристу. Компания «Домсканер» предлагает платную услугу поквартирного обхода жителей для набора необходимого кворума для принятия коллективного решения. Администратору системы от дома не нужно организовывать весь процесс, так как большую часть соответствующей работы выполняет созданная система. «Домсканер» не связан ни с одной управляющей организацией и является абсолютно независимой системой» [1]. Для проведения ОСС старший дома обращается в фирму «Домсканер», сотрудники которой готовят реестр собственников и повестку собрания и уведомляют жильцов дома с помощью СМС или по электронной

почте. При этом у них есть личные кабинеты (в них также оповещают об ОСС). Когда все проголосовали, система подсчитывает голоса, формирует протокол и распечатывает его по команде администратора.

Суть системы ГИС ЖКХ с точки зрения заочного голосования на ОСС состоит в том, что в начале выбирается администратор, который создает уведомление о собрании, разрабатывает бланк для голосования и вносит решения жильцов в компьютер. Отдать голос собственник может через личный кабинет (доступен вход через «Госуслуги»), либо письменно администратору (инициатору голосования). «По итогам заочного голосования с использованием Системы автоматически формируется протокол с результатами голосования в статусе «создан автоматически и размещен» [2]. Система бесплатна, ведь она разработана правительством России, главное условие – наличие аккаунта на «Госуслугах» (или возможности встречи с администратором ОСС) и верных сведений в БД ЕГРН. Иначе администратор обращается в УК, которая вносит в нее изменения.

Зная характеристики возможных для внедрения систем для заочного голосования, необходимо произвести выбор наиболее подходящей из них.

Исходными данными для задачи выбора системы служит следующее:

- методы многокритериального выбора решений, например [4];
- множество известных систем, предоставляющих возможности заочного голосования: ГИС ЖКХ, «Домсканер»;
- ограничения: возможность внедрения и использования системы в условиях ЖКХ г. Новокузнецк;
- отсутствие годовой платы за систему в случае её неиспользования;
- множество критериев выбора.

Для решения задачи выбора требуется следующее:

- сформировать набор частных критериев (целевых функций);
- определить метод многокритериального выбора соответствующий описанию сущности процесса принятия коллективного решения;
- произвести многокритериальный выбор системы;
- провести анализ полученных результатов и сделать вывод.

На основе набора систем производим многокритериальный выбор наиболее предпочтительной. В таблице 1 приведены их различные характеристики.

Таблица 1 – Характеристики систем для заочного голосования

Характеристики и особенности систем голосования	Варианты	
	ГИС ЖКХ	Домсканер
Быстрая онлайн-поддержка с возможностью помощи администратору	Нет	Да
Администратор собрания ответственен за все этапы голосования	Да	Нет
Необходимо обращаться лично в УК для внесения необходимых сведений при их отсутствии в базе ЕГРН	Да	Нет
Наглядность хода голосования по жильцам	Нет	Да

Продолжение таблицы 1

	Варианты	
Уведомления о собрании	Да	
Стоимость внедрения, руб	0	
Стоимость ежемесячной оплаты за систему, руб	0	
Стоимость одного голосования с квартиры, руб, не менее	0	49
Возможность внедрения и применения в Новокузнецке	Да	

Сравнивая представленные характеристики и особенности методом экспертной оценки [3] получаем таблицу 2, стоит отметить, что в качестве экспертов выступали специалисты, способные сравнивать разные информационные системы для поддержки процесса голосования.

Таблица 2 – Таблица предпочтений экспертов

	Варианты	
	ГИС ЖКХ	Домсканер
Э1	2	1
Э2	1	2
Э3	2	1

По результатам мнений экспертов лучшим вариантов оказался «Домсканер», поскольку именно его эксперты больше всего поставили на первое место. Именно он и является наиболее предпочтительным для модернизируемой локальной информационно-управляющей системы жилого дома (применительно к условиям г. Новокузнецка).

Но у данного метода есть недостаток, применение лишь при малом количестве вариантов, иначе выбор будет затруднен. В виду этого для рационального выбора системы для заочного голосования стоит обратиться к аддитивному методу многокритериального выбора (исходные данные представлены в таблице 3).

Таблица 3 – Системы для заочного голосования и их характеристики

№	Варианты систем для заочного голосования на ОСС	Критерии			
		Простота использования для администратора системы, баллы	Стоимость одного голосования с квартиры, руб, не менее	Помощь по набору необходимого кворума, баллы	Уведомления о собраниях, баллы
1	ГИС ЖКХ	1	0	1	3
2	Домсканер	4	49	2	4

Далее применяем способ нормализации критериев с учетом максимизации-минимизации критериев (формула (1) из [4]), при условии, что критерии: простота использования для администратора системы, уведомления о собраниях и помощь по набору необходимого кворума стремятся к максимуму, а стоимость одного голосования с квартиры к минимуму. Результат в таблице 4.

$$K(N, j) = \begin{cases} \frac{Q(N, j) - Q_{min}}{Q_{max} - Q_{min}} & Q(N, j) \rightarrow max \\ \frac{Q_{max} - Q(N, j)}{Q_{max} - Q_{min}} & Q(N, j) \rightarrow min \end{cases}, \text{ если} \quad (1)$$

где $K(N, j)$ – значение нормализованного (безразмерного) критерия;
 $Q(N, j)$ – значение размерного исходного критерия;
 Q_{max}, Q_{min} – максимальное и минимальное значение критериев;
 $N = \overline{1, N^*}$ – номер варианта;
 N^* – количество вариантов;
 $N = \overline{1, J}$ – номер численного критерия;
 J – количество критериев.

Таблица 4 – Приведенные к единой шкале критерии

№	Варианты систем для заочного голосования на ОСС	Критерии			
		Простота использования для администратора системы, баллы	Стоимость одного голосования с квартиры, руб, не менее	Помощь по набору необходимого кворума, баллы	Уведомления о собраниях, баллы
1	ГИС ЖКХ	0	1	0	0
2	Домсканер	1	0	1	1

После этого производится ранжирование критериев по принципу гибкого приоритета. Зададим максимальные и минимальные значения весового коэффициента $\alpha(j)$: $\alpha(j)^{max} = 1,0$; $\alpha(j)^{min} = 0,2$; а промежуточные значения определим по прямой (рисунок 1), проходящей через данные точки α^{min} и α^{max} и имеющей формулу:

$$y = -0,04j + 1,04 \quad (2)$$

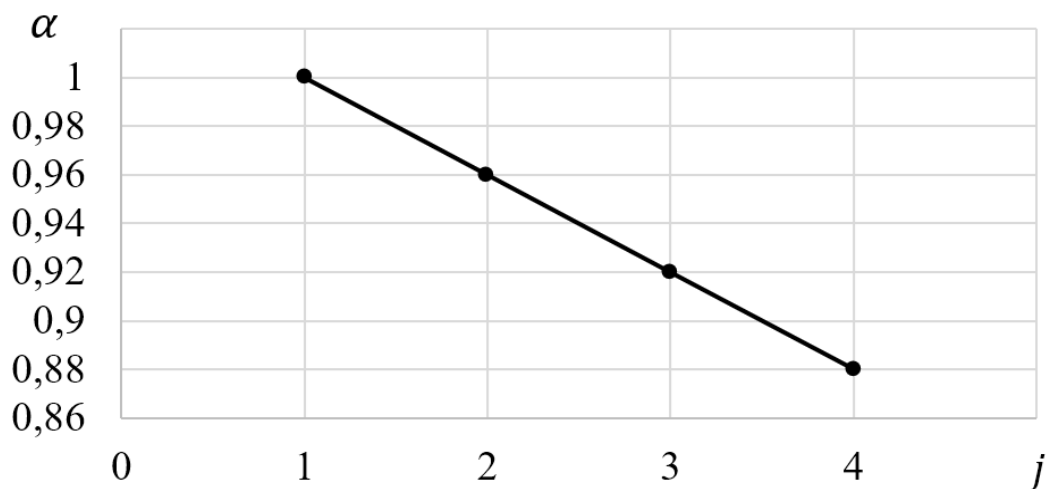


Рисунок 1 — Прямая, проходящая через значения $\alpha(j)$

В результате выполнения данных действий получаем:
 $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 0,73, \alpha_3 = 0,47, \alpha_4 = 0,20$.

Применим метод общего свертывания критериев по формуле аддитивной свертки:

$$K_{CB}(N, j) = \sum_{j=1}^J \alpha(j) \cdot K(N, j) \quad (3)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 5, в которой K_N – определенный критерий, а C_i – одна из рассматриваемых систем.

Таблица 5 – Результаты расчетов

	$\alpha(j) \cdot K(N, j)$				$K_{CB}(N, j)$
	К1	К2	К3	К4	
С1	0	0,73	0	0	0,73
С2	1	0	0,47	0,20	1,67

Поскольку значение K_{CB} больше у второй системы (Домсканер), то именно она является лучшим вариантом.

Вывод. Благодаря многокритериальному выбору решений с помощью метода аддитивной свертки критериев удалось осуществить выбор наиболее подходящей системы из вероятных, рассматриваемых для заочного голосования на ОСС – «Домсканер». Стоит отметить факт, что полученный результат сходится с выполненным ранее экспертным методом.

Библиографический список

1. Общее собрание с использованием иной информационной системы 47.1 ЖК РФ - Домсканер [Электронный ресурс] : сайт. Режим доступа - <https://domscanner.ru/about>, свободный (дата обращения: 01.05.2022).
2. Работа в личном кабинете администратора общего собрания собственников [Электронный ресурс]: сайт. Режим доступа - <https://dom.gosuslugi.ru/filestore/publicDownloadServlet?context=contentmanagement&uid=5243c2ed-3aa3-4a48-ad58-3f1842efbdb8&mode=view>, свободный (дата обращения: 01.05.2022).
3. Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок [Текст] / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич; М.: Статистика, 1980. - 263 с.
4. Фетинина Е. П. Типологические основы многокритериального выбора [Текст] : монография / Е. П. Фетинина, Т. В. Кораблина, Ю. А. Соловьева. Сиб. гос. индустр. ун-т - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2003. - 118 с.

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Хроменко П.А., Кокорев И.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ляховец М.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, pkhr.pav@yandex.ru*

В статье проводится обзор о методах и принципах бережливого производства, об этапах внедрения бережливого производства и о потерях при производстве. Указаны плюсы и минусы перехода на бережливое производство. Приведён пример удачного внедрения. Приведена интеграция бережливого производства с ИТ-системой MES.

Ключевые слова: бережливое производство, потери, MES-система, канбан, этапы внедрения бережливого производства, оптимизация, анализ.

Бережливое производство - концепция менеджмента, созданная на Toyota и основанная на неуклонном стремлении к устранению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя.

Отправная точка бережливого производства – ценность для потребителя. С точки зрения конечного потребителя, продукт (услуга) приобретает действительную ценность только в то время, когда происходит непосредственная обработка, изготовление тех элементов. Сердцем бережливого производства является процесс устранения потерь. В соответствии с этим всю деятельность предприятия можно описать так: операции и процессы, добавляющие ценность для потребителя, и не добавляющие ценности для потребителя. Следовательно, всё, что не добавляет ценности для потребителя, с точки зрения бережливого производства, классифицируется как потери, и должно быть устранено.

Тайити Оно (1912-1990), отец производственной системы компании Toyota, а следовательно и бережливого производства, будучи самым ярким борцом с потерями, которого только знал белый свет, выделил семь видов потерь:

- из-за перепроизводства;
- из-за ожидания;
- при ненужной транспортировке;
- из-за лишних этапов обработки;
- из-за лишних запасов;
- из-за ненужных перемещений;
- из-за выпуска дефектной продукции.

Также принято выделять ещё два источника потерь - мумри и мумра, которые означают соответственно «перегрузку» и «неравномерность». Мумра - неравномерность выполнения работы, например, колеблющийся график

работ, вызванный не колебаниями спроса конечного потребителя, а скорее особенностями производственной системы, или неравномерный темп работы по выполнению операции, заставляющий операторов сначала спешить, а затем ждать. Во многих случаях менеджеры способны устранить неравномерность за счёт выравнивания планирования и внимательного отношения к темпу работы. Мумри - перегрузка оборудования или операторов, возникающая при работе с большей скоростью или темпом и с большими усилиями в течение долгого периода времени - по сравнению с расчетной нагрузкой (проект, трудовые нормы) [1].

Тайити Оно писал, что производственная система компании Toyota стоит на двух «китах»: системе дзидока и «точно вовремя». Дзидока означает «вытягивание», то есть идею, что последующая производственная стадия запрашивает нужные изделия с предыдущей, а пока этого нет, ничего не производится. Впоследствии в рамках концепции бережливого производства было выделено множество элементов, каждый из которых представляет собой определённый метод, а некоторые (например, кайдзен) сами претендуют на статус концепции [2]:

- система TPM (Total Productive Maintenance) - всеобщий уход за оборудованием;

- система 5S (сортируйте, соблюдайте порядок, содержите в чистоте, стандартизируйте, совершенствуйте);

- быстрая переналадка SMED (Single-Minute Exchange of Dies (буквально «быстрая смена пресс-форм» - переналадка/переоснастка оборудования менее чем за 10 минут);

- переналадка в одно касание (One-touch setup) - вариант SMED, но время переналадки уже измеряется единицами минут, то есть не больше 9)

- кайдзен (kaizen) - непрерывное совершенствование;

- гемба кайдзен - непрерывное совершенствование на месте создания дополнительной стоимости;

- вытягивающее производство, канбан - продукция «вытягивается» со стороны заказчика, а не «толкается» производителем. Информирование предыдущей производственной стадии о том, что нужно начинать работу;

- точно вовремя - система синхронизации передачи продукта с одной производственной стадии на другую посредством карточек канбан. Комплекующие должны передаваться на следующую стадию только тогда, когда это нужно, и ни минутой раньше;

- «пока-ёкэ» («защита от ошибок», «защита от дурака») - метод предотвращения ошибок - специальное устройство или метод, благодаря которому дефекты просто не могут появиться.

Плюсами бережливого производства являются:

- экономия рабочего времени;

- экономия рабочих площадей;

- контроль качества продукта и этапов по его созданию;

- экономный расход денег;

- стремление к совершенствованию.

Минусами бережливого производства являются:

- сбои из-за проблем с поставками;
- большие расходы на внедрение;
- непринятие персоналом концепции бережливого производства.

Выделяют следующие этапы внедрения бережливого производства:

- определение потребительской ценности товара или услуги, то есть в первую очередь нужно выявить действия, приносящие пользу потребителю, и действия, в которых нуждается лишь сам производитель;

- выявление списка оптимального числа операций, необходимых для создания ценного продукта. Налаживание производственной цепочки от начала планирования и до поставки готового изделия, одновременное сведение возможных потерь к минимуму;

- организация непрерывной цепочки действий, направленных на выпуск ценного продукта, глобальный пересмотр всего процесса его создания. Работа сотрудников выстраивается по принципам lean-концепции. Лишние операции убирают, оставляя лишь те, что придают ценность выпускаемому продукту. Простои и ожидания сводятся к минимуму (тоже за счет тщательного упорядочения всех действий);

- продукт подвергается так называемому «вытягиванию» со стороны потребителя. Суть термина в том, что компания стремится выпустить именно нужный покупателям продукт и лишь в требуемом количестве, что исключает лишние потери при перепроизводстве и хранении излишек;

- все процессы на предприятии непрерывно совершенствуются. Применение бережливого производства – это не разовая акция, а изменения, внесенные в работу навсегда, на постоянной основе. При этом к поиску улучшений и возможностей для сокращения потерь привлекаются абсолютно все сотрудники.

Если говорить о российских предприятиях, то первопроходцами тут стали представители крупномасштабного промышленного производства. Это КамАЗ, «Группа ГАЗ», «ВСМПО-АВИСМА», «Русал», «ЕвразХолдинг», «Еврохим» и другие. Обычно, как ни печально это признавать, за консультациями обращаются предприятия, на которых появились серьезные проблемы. То есть снижается рентабельность, выходит больше брака, заказчики недовольны. Компаниям приходится думать, как улучшить производство и снова войти в колею. И тут хорошо вот что: когда они видят первый положительный эффект, то не бросают начатое, а продолжают действовать по нововведенным принципам, применение которых явно дает отличные результаты.

К примеру, внедрение Lean на автозаводе «Урал» (Миасс, член «Группы ГАЗ») началось в 2003 году. Это был кризисное время, когда продукции предприятия стало продаваться почти в два раза меньше. Благодаря применению методик бережливого производства удалось улучшить буквально все показатели. Ежегодная экономия средств сейчас доходит до суммы в 300–400 млн рублей, и внедрение Lean manufacturing продолжается с привлече-

нием всё большего числа сотрудников. Таким образом, выполняется одна из установок данной концепции о том, что в ней должны участвовать абсолютно все: и управленческий состав, и простые рабочие [3].

В России в основном применяют такие инструменты как 5S (оптимизация рабочих мест), SMED (быстрая переналадка оборудования), VSM (карты потока создания ценности), то есть улучшения в основном затрагивают лишь сам производственный процесс. Там же отмечается, что крайне мало внимания уделяется интеграции Lean-инструментов с ERP, APS, MES.

Исследование компании ARC проводилось среди лидеров использования бережливого производства и лидеров использования MES-систем. Рассмотрим некоторые соображения в пользу использования ИТ-систем предприятия (чаще всего MES) совместно с методами бережливого производства [4].

Одна из ключевых особенностей применения методов бережливого производства – это способность изменять процессы, оптимизируя их. Однако это делается не оперативно. MES контролирует правильность выполнения процессов, отслеживает отклонения и оперативно реагирует на них, т.е. выполняет мониторинг процесса. Дополнительно MES оперативно реагирует на отклонения типа поломки станка, изменение параметров заготовки, появление более приоритетных заказов и т.д. Можно сказать, что бережливое производство оптимизирует процессы методологически, а MES обеспечивает выполнение этой методологии [5].

Канбан – в традиционных Lean-программах это карточки, сигнализирующие о количестве материалов, о потребности в них и дающие указания по их перемещению на следующую операцию. Они позволяют существенно минимизировать промежуточные накопители полуфабрикатов.

Методами Lean можно оптимизировать вид и объем информации, а передавать эту информацию между рабочими местами (а также между предприятием, поставщиками и заказчиками) может MES-система. Более того, в этом варианте можно отображать не всю информацию, а только ту, которая нужна на конкретном рабочем месте и в данный момент. MES обычно интегрирована с другими системами предприятия.

MES может в реальном времени пересчитать маршрут движения деталей в цехе в случае, например, выхода из строя одного из станков, создавать так называемые «пробные планы», сравнить их и конвертировать один из них в реальный план, а также может служить инструментом анализа «что, если...», давая возможность виртуально проверить последствия планируемого изменения процесса.

Сбор данных для анализа методами Lean может быть весьма трудоемким. Современное оборудование позволяет автоматически снять и передать в ИТ-системы данные измерения или данные о состоянии оборудования. Алгоритмы анализа данных MES-системы позволяют рассчитать более сложные характеристики (включая КПЭ – ключевые показатели эффективности) и использовать их в отчетах.

В таблице 1 приведены показатели, которые часто используются в про-

граммах бережливого производства. Нам здесь важно, что некоторые предприятия вычисляют эти показатели каждые 15 минут, которые рассчитываются в автоматическом режиме в MES-системе.

Таблица 1 - Частота расчёта КПЭ по данным исследования

Показатель КПЭ	15 мин.	Час	Смена	Месяц
Выход годного с первого предъявления	23	5	14	14
Общая эффективность оборудования	23	5	5	18
Брак и исправления	9	0	23	23
Оборачиваемость запасов	0	0	14	32

В заключение можно сказать, что соединение бережливого производства и информационных систем в первую очередь порождает высокую операционную эффективность. Появляется возможность не только получить оперативную картину состояния бизнес-процессов в организации, но и заняться улучшением существующего положения дел.

Библиографический список

1. Дэвид Майер, Джеффри Лайкер: «Практика дао Toyota. Руководство по внедрению принципов менеджмента Toyota». /Пер. с англ - М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. - 588 с.
2. Тайити Оно. Производственная система Тойоты: уходя от массового производства. - М: Издательство ИКСИ, 2008.
3. Бережливое производство и системы менеджмента качества: серия докладов в рамках проекта «Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации» / Н.Б. Фейгенсон, И.С. Мацкевич, М.С. Липецкая; Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад» – СПб., 2012. – Вып. 1 – 71 с.
4. Best Practices for the Intersection of Lean Manufacturing and MES / Ralph Rio, ARC Advisory Group, November 2007, 30 с.
5. Синергетический эффект совместного использования PLM- и MES-систем/ Ведмидь П.А.// САПР и Графика, 2017, №2, С. 56-59.

УДК 004.942

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Загидулин И.Р., Саламатин А.С., Попов А.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ляховец М.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, ig.zagidulin2014@yandex.ru*

В статье приводится описание процесса обогащения и приводится классификация подпроцессов составляющих его. Приводятся результаты ис-

следования возможности применения упрощенных моделей объекта в сравнении с более сложными для снижения вычислительной сложности расчетов при объединении этих моделей в единую систему.

Ключевые слова: обогащение полезных ископаемых, типовые звенья, типовые процессы, моделирование, имитационное моделирование.

Процессы обогащения полезных ископаемых, целью которых является повышение содержания ценных компонентов в перерабатываемом природном сырье, играют все возрастающую роль в развитии современного народнохозяйственного комплекса.

Сущность процессов первичной переработки минерального сырья (обогащения) заключается в получении из исходного сырья технически ценных или пригодных для дальнейшей металлургической, химической и другой переработки продуктов. Исходным сырьем являются руды черных, цветных, благородных и редкоземельных металлов, уголь, сырье для строительной промышленности и удобрений для сельского хозяйства [1].

Главная задача обогащения полезных ископаемых – рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов, максимальное извлечение всех полезных (ценных) компонентов из исходного сырья. При обогащении любого вида сырья выполняются три основные задачи:

- получение готовой продукции высокого качества;
- минимизация потерь полезного (ценного) компонента в отходах (хвостах) обогащения;
- обеспечение низкой себестоимости процесса обогащения.

С целью выявления возможных проблем при выполнении представленных задач и нахождения возможных решений этих проблем можно использовать такой инструмент как имитационное моделирование.

Под имитационным моделированием понимается многократное воспроизведение процесса функционирования системы во времени с помощью реализующего модель алгоритма, причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени, что позволяет по исходным данным получить сведения о состояниях процесса в определенные моменты времени, дающие возможность оценить характеристики системы [2].

Традиционно, имитационное моделирование применяется, когда невозможно построить аналитическую модель системы, учитывающую причинные связи, последствия, нелинейности, стохастические переменные, когда необходимо имитировать поведение системы во времени, рассматривая различные возможные сценарии ее развития при изменении внешних и внутренних условий [3].

Для дальнейшего проведения имитационного моделирования необходимо предварительно определиться с моделью процесса обогащения. Сам по себе процесс обогащения представляет собой совокупность других более простых процессов, объединенных в единую систему.

Классификация различных групп обогатительных процессов позволит выделить типовые процессы обогащения, которые непосредственно связаны с используемым в них оборудованием. Определение моделей этого оборудования влечет за собой и выявление моделей типовых процессов, в которых оно используется. В свою очередь это позволит составить определенную базу соответствий моделей оборудования типовым звеньям [4].

Согласно анализу источников [1, 5] были определены три группы процессов обогащения (рисунки 1):

- подготовительные, предназначены для раскрытия или открытия зёрен полезных компонентов (минералов), входящих в состав полезного ископаемого, и деления его на классы крупности, удовлетворяющие технологическим требованиям последующих процессов обогащения;

- основные, предназначены для разделения полезного материала и пустой породы;

- вспомогательные, обеспечивают оптимальное протекание основных процессов.

В дополнение к этому рассматривались также типы оборудования, соответствующие каждому процессу в группе и характеристики конкретных примеров, в дальнейшем это пригодилось для составления базы соответствий и нахождения значений коэффициентов передаточных функций.

Как отмечалось выше классификация групп процессов обогащения позволит выделить типовое оборудования и, следовательно, типовые звенья которыми они описываются. А так как используются именно типовые звенья необходимо провести исследование, целью которого является ответ на вопрос: можно ли заменить сложное типовое звено, описывающее объект на более простое для снижения вычислительной сложности?

Для этого проводился сравнительный анализ результатов моделирования оборудования в нашем случае дробилки в зависимости от используемой модели, описывающей её.

В качестве таких моделей, описывающих дробилку, были выбраны три типовых звена различной степени сложности:

- инерционное звено второго порядка:

$$\varphi_1 = \frac{k}{T_2^2 s^2 + T_1 s + 1}$$

- инерционное звено

$$\varphi_2 = \frac{k}{T s + 1}$$

- пропорциональное звено

$$\varphi_3 = k$$

Коэффициенты представленных звеньев определялись эвристическим методом на основе натуральных данных.

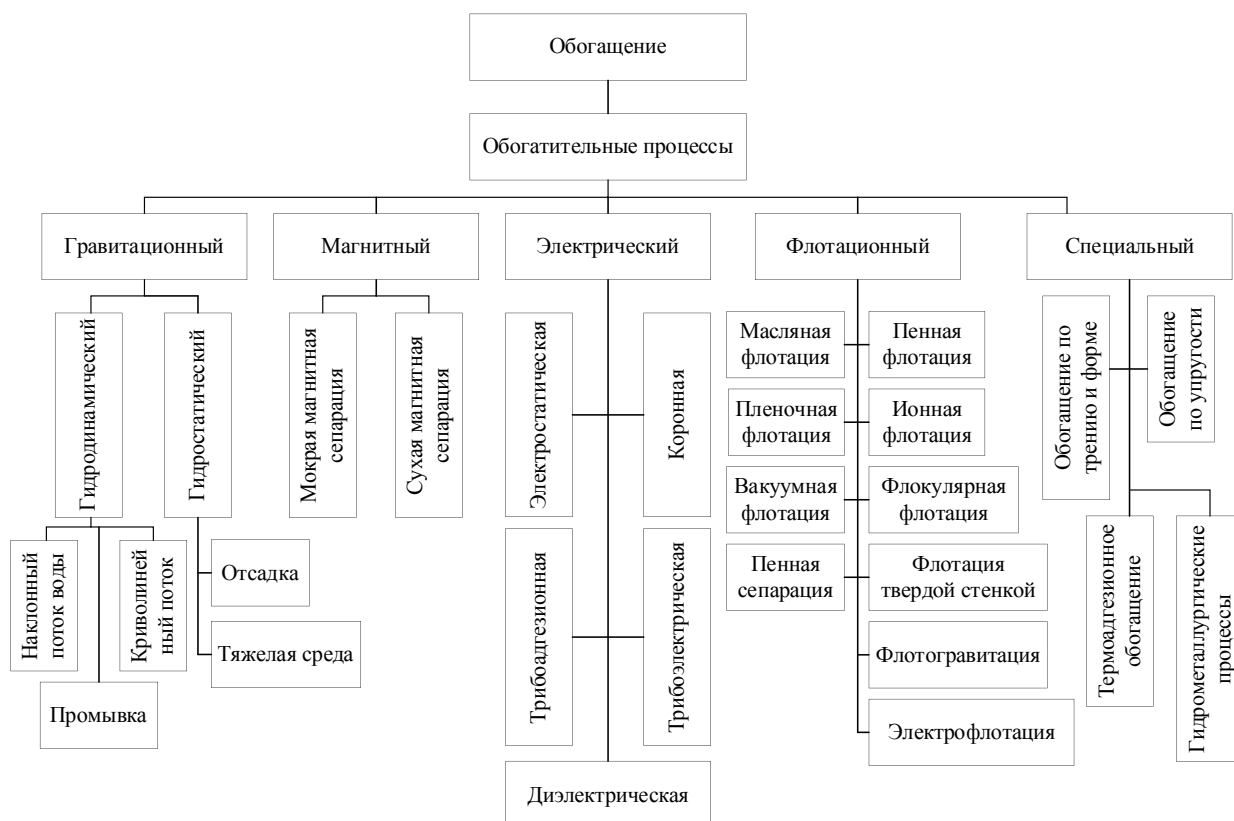


Рисунок 1 – Классификация основных процессов обогащения

На следующем этапе проводилось имитационное моделирование. На вход подавалось ступенчатое воздействие x равное 100 у.е. в течении 150-ти итераций с шагом 0,5. Результаты моделирования представлены на рисунке 2. На рисунке приняты следующие обозначения y_1 – переходный процесс инерционного звена второго порядка, y_2 – переходный процесс инерционного звена, y_3 – переходный процесс пропорционального звена.

На основе натуральных данных, был построен переходный процесс объекта y_1^D , где входным воздействием является процент от номинальной нагрузки на дробилку, а выходным воздействием является процент от номинальной мощности электропривода. Таким образом при подаче материала в секунду равного максимально возможному для дробилки выходом будет рост мощности электропривода в соответствии с количеством подаваемого материала. Возникающие при этом пики и падения обусловлены разницей подаваемого материала в крупности, прочности и влажности. y_1^D сочетает в себе как полезную составляющую сигнала, так и помеховую, для устранения помеховой составляющей использовался экспоненциальный фильтр в результате был построен сглаженный ряд данных y_2^D . Результаты сглаживания представлены на рисунке 3.

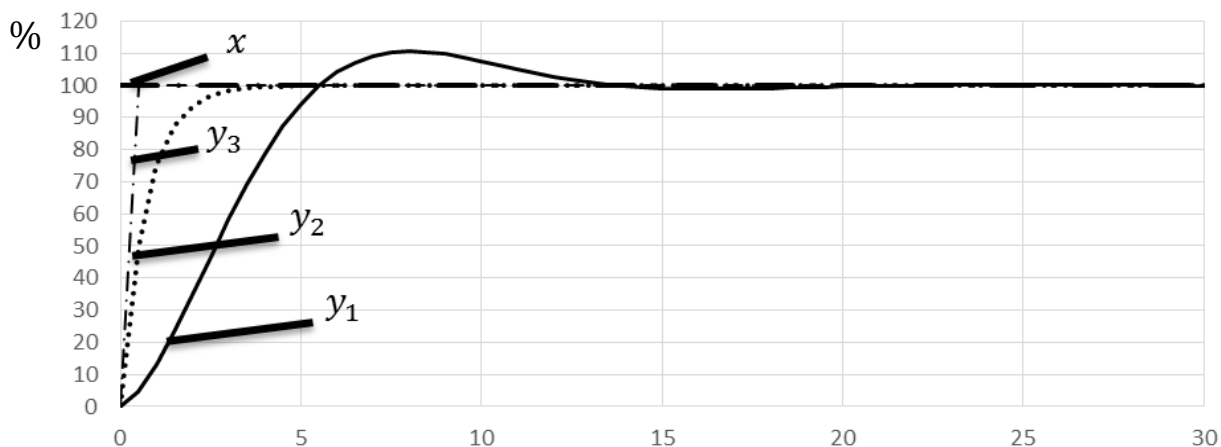


Рисунок 2 – Результаты моделирования

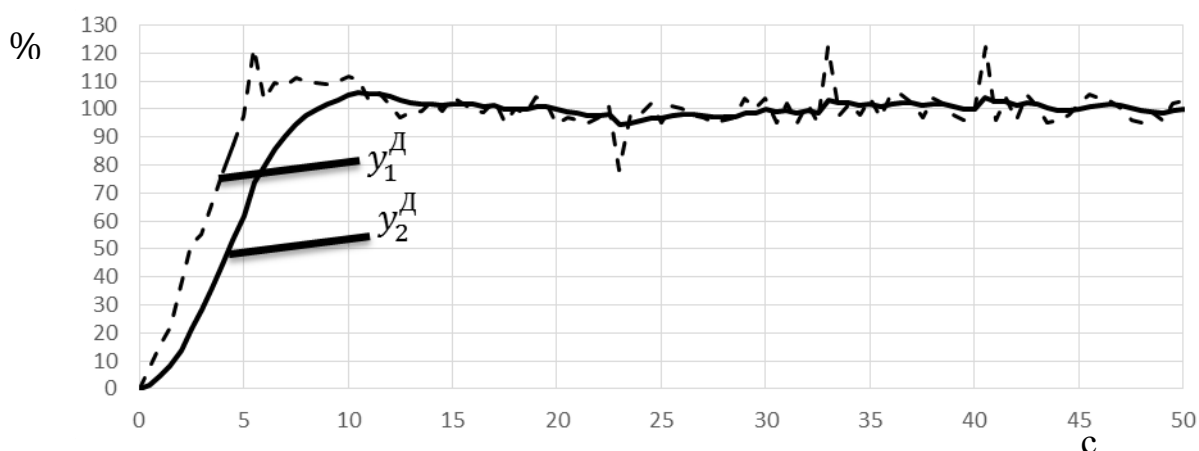


Рисунок 3 – Результаты сглаживания натуральных значений

После этого проводилось сравнение модельных значений с действительными согласно среднемодульному критерию, результаты которого представлены в таблице 1.

$$\sigma = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i^D - y_i|$$

Таблица 1 – Значения среднемодульного критерия

Модель	y_1	y_2	y_3
Значения критерия	2,697	3,027	3,36

Полученные результаты говорят о том, что минимальному значению отклонения от действительной величины соответствует модель, представленная инерционным звеном второго порядка, и составляет примерно 2,7 %. У двух других значения отклонения несколько выше, но, в общем и целом, не превышают 5 %.

Для решения производственных задач отклонение моделируемой величины от действительного значения не должен превышать 5 %. Согласно полученным результатам, все типы моделей укладываются в определяющий параметр, следовательно совсем не обязательно для моделирования объекта

использовать сложные типовые звенья, которые повышают вычислительную сложность всей моделируемой системы в некоторых случаях, где можно пренебречь инерционностью объекта достаточно использовать пропорциональное звено, в ином – инерционное звено первого порядка.

Библиографический список.

1. Воробьев Н. И. Обогащение полезных ископаемых: пособие для студентов специальности 1–48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» специализации 1–48 01 01 01 «Технология производства минеральных удобрений, солей и щелочей» / Н. И. Воробьев, Д. М. Новик. – Минск: БГТУ, 2008. – 174 с.
2. Советов Б. Я. Моделирование систем: учеб. для вузов / Б. Я. Советов., С. А. Яковлев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М: Высш. Шк., 2001. – 343 с.
3. Эльберг М. С. Имитационное моделирование: учеб. пособие / М. С. Эльберг, Н. С. Цыганков. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. – 128 с.
4. Ротач В. Я. Расчет динамики промышленных автоматических систем регулирования / В. Я. Ротач. – М: Энергия, 1973. – 440 с.
5. Бедрань Н. Г. Обогащение углей. - 2-е издание переработанное и дополненное / Н. Г. Бедрань, изд. - М.: Недра, 1988. - 206 с.

УДК 65.011.56

РАЗРАБОТКА ИНФРАКРАСНОЙ ПАЯЛЬНОЙ СТАНЦИИ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТОЙ ОТ ПЕРЕГРЕВА

Казанцев М.Е., Попов А.С.

Научный руководитель: Саламатин А.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: maksim-kazancev-2000@mail.ru*

Разработана инфракрасная паяльная станция. Описана ее техническая структура. Приведены принципиальная электрическая схема, спецификация оборудования. Представлены результаты работы данной системы. Описаны дальнейшие планы по развитию системы.

Ключевые слова: инфракрасная паяльная станция, нагреватель, паяльное оборудование, ИК-станция, VGA, контроль температуры, автоматизация.

В середине двадцатого века в электронике активно использовались радиолампы, но со временем их заменили полупроводниковые транзисторы. С развитием технологий их изготовления, многие электрические схемы логики начали изготавливать в виде микросхем.

Современные технологии изготовления полупроводников позволяет уместить достаточно большие схемы в один чип. Вместе с этим и изменяются способы монтажа чипов на плату. На сегодняшний день чипы имеют специ-

альный корпус, позволяющий припаивать их с помощью шаров из припоя. Он называется BGA (массив сетки шаров)[1]. Данное решение весьма усложняет процесс обслуживания. Если обычные микросхемы, имеющие ножки для припаивания к плате, можно отпаять паяльником, то BGA-чипы, таким образом, невозможно заменить.

В связи с этим прибегают к использованию инструментов бесконтактного нагрева – паяльный фен[2]. Фен позволяет разогретым воздухом нагреть чип до температуры плавления припоя, что дает возможность его демонтировать и установить исправный чип. Однако далеко не все чипы можно перепаять феном. Зачастую в технике используются чипы с большой посадочной площадкой (рисунок 1). Фен не может разогреть чип равномерно, поскольку поток воздуха надо направлять на каждую область чипа вручную. А при не равномерном нагреве, выполняя демонтаж, можно сорвать посадочные контакты на плате, а при монтаже не пропаять. В любом случае результат будет неудачным.

Также имеет место быть технологии изготовления печатных плат. Их изготавливают многослойные, где каждый слой содержит медные дорожки. Данное решение значительно повышает теплоемкость платы, что усложняет процесс монтажа и демонтажа не только BGA-чипов, но и обычных элементов на поверхности платы.

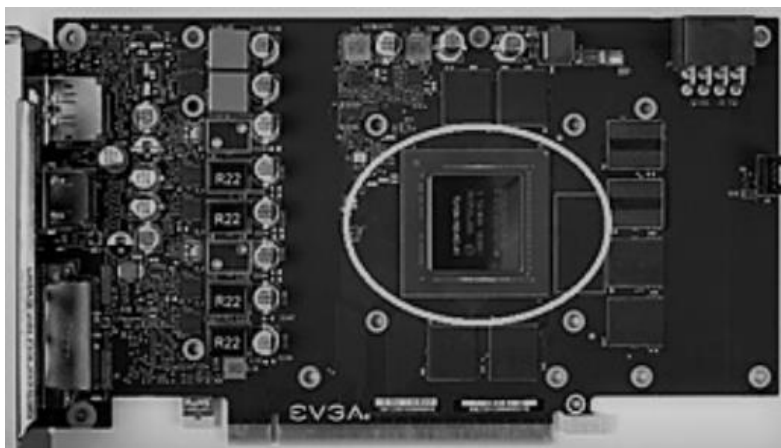


Рисунок 1 – Видеочип на видеокарте

Следующим инструментом бесконтактного нагрева является инфракрасная паяльная станция. Принцип работы данного устройства заключается в нагреве печатной платы и элемента, который необходимо припаять или отпаять, с помощью инфракрасных лучей [3]. Инфракрасные лучи равномерно разогревают элемент, что повышается качество пайки, а реализация конструкции упрощает данный процесс, поскольку, в отличие от паяльного фена, нагреватель не требует движения во время работы.

Готовые устройства, представленные на рынке, имеют высокую стоимость (от 60 000 рублей). Поэтому было принято решение самостоятельно собрать инфракрасную паяльную станцию.

На рисунке 2 представлена техническая структура системы.

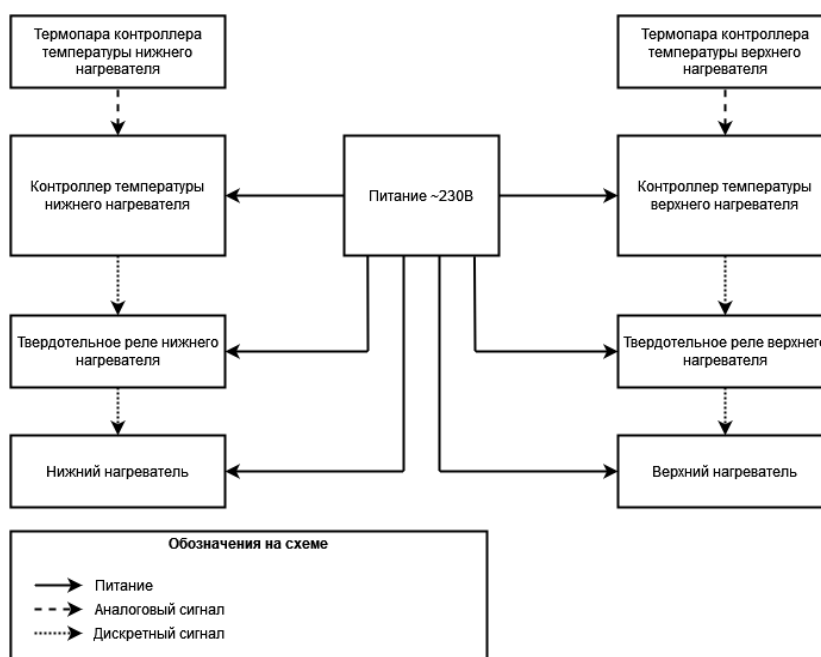


Рисунок 2 – Техническая структура системы

Основными элементами данной конструкции являются нижний нагреватель, отвечающий за нагрев печатной платы и верхний нагреватель, отвечающий за нагрев чипа. Для контроля температуры используются контроллеры температуры REX-C100 [4] (рисунок 3). Данный контроллер в составе оборудования управляет нагревательным элементом, поскольку нагреватель произвольно может нагреть плату до температуры, выше температуры плавления припоя, а это чревато последствиями, в виде разрушения компаунда вокруг кристалла чипа, кипением припоя, а также деформация и повреждение текстолита.



Рисунок 3 – Контроллер температуры REX-C100

В схеме реализовано два контроллера, поскольку нагревать до температуры плавления припоя необходимо именно тот элемент, который будем монтировать или демонтировать. Поэтому один контроллер отвечает за поддержку температуры предварительного нагрева, а второй за нагрев элемента на плате.

Использовать только верхний нагреватель тоже недопустимо, поскольку из-за большой разницы температур текстолитовая плата заметно деформируется, после чего ремонт будет не целесообразным.

Для управления работой нагревателей используются твердотельные реле SSR-40DA [5] (рисунок 4). Выбраны именно твердотельные, поскольку у нагревателей высокий ток потребления – мощность нижнего нагревателя порядка 800Вт, а мощность верхнего нагревателя – 450Вт. Обычные реле сильно изнашиваются после нескольких включений/выключений, учитывая то, что контроллер только при одном использовании несколько раз подает сигнал на включение для нагрева и поддержания температуры.

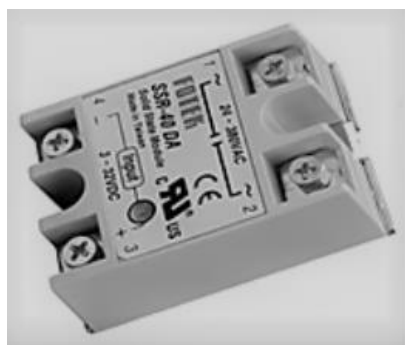


Рисунок 4 – Твердотельное реле SSR-40DA

Твердотельное реле обладает рядом недостатков. Управляя большим током потребления, полупроводниковый элемент, который в нем находится, значительно нагревается и требует дополнительного охлаждения. Поэтому в комплекте с реле также идет алюминиевый радиатор.

В сумме ток потребления составляет приблизительно 6,5А. Исходя из данного потребления, были подобраны защитные автоматы на порог выше – 10А.

В качестве внешней оболочки был взят корпус от старого видеомагнитофона.

Разработана принципиальная электрическая схема управления, по которой был осуществлен монтаж установки (рисунок 5).

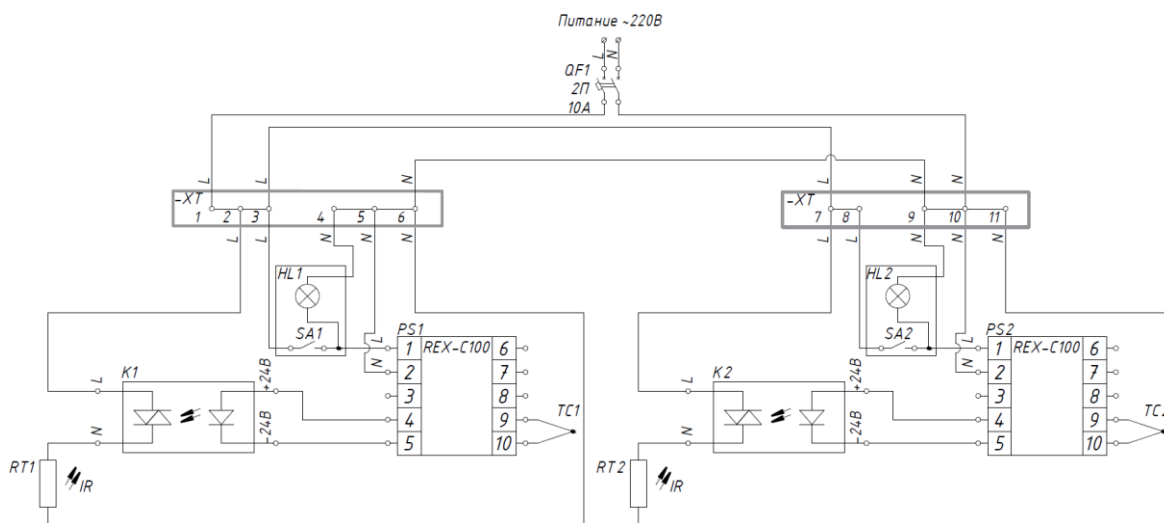


Рисунок 5 – Принципиальная схема

После проектирования схемы, приобретения необходимых компонентов была произведена сборка паяльной станции. Внешний вид установки представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Предварительный внешний вид устройства

На следующем этапе был настроен контроллер температуры. Для этого термопара устанавливается на нагреватель, запускается контроллер и включается режим «Обучение», где контроллер управляет работой нагревателя, получая необходимые данные. После «обучения» паяльная станция готова к работе.

Алгоритм работы следующий:

При подаче питания и установки температуры, контроллер подает сигнал на включение нагревателя, доводя его нагрев до промежуточной температуры, затем отключает и ожидает её стабилизации. Затем вновь подает сигнал на включение и до следующего промежуточного значения. Данный алгоритм проводится до тех пор, пока нагрев не дойдет до установленной температуры. После контроллер подает кратковременные сигналы с целью поддержания температуры.

Данная установка позволяет качественно отпаивать и устанавливать чипы с типом посадки BGA, напаивать шарики припоя на элементы, а также проводить диагностику путем прогрева чипов. Плюс ко всему будет возможность разрабатывать собственные устройства с использованием данных чипов.

Используя только нижний нагреватель, можно производить работу с теплоёмкими платами, на которых без предварительного нагрева довольно сложно производить монтаж или демонтаж элементов.

Стоимость данного устройства составила 6000 рублей, что 10 раз дешевле, в отличие от самого дешевого заводского решения.

Библиографический список

1. BGA [Электронный ресурс] // Википедия [сайт]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/BGA> (Дата обращения: 15.04.2022)
2. Паяльный фен: назначение, устройство, критерии выбора [электронный ресурс] // ASUTPP: ЗАМЕТКИ ЭЛЕКТРИКА [сайт]. URL: <https://www.asutpp.ru/payalnyj-fen.html> (Дата обращения: 15.04.2022)
3. Инфракрасная пайка поверхностного монтажа [электронный ресурс]

// ИНФРАТОРГ: ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛИ И НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ [сайт]. URL: <https://infrared-heaters.ru/blog/infrakrasnaya-pauka-poverkhnostnogo-montazha/> (Дата обращения: 15.04.2022)

4. Обзор характеристик и использование контроллера температуры REX C100 [электронный ресурс] // Bazaroved.ru: Интересные находки на торговых площадках [сайт]. URL: <http://bazaroved.ru/obzor-harakteristik-i-ispolzovanie-kontrollera-rex-c100/> (Дата обращения: 15.04.2022).

5. Твердотельные реле одно- и трехфазные (ток нагрузки 10...75А) [Электронный ресурс] // Delta Electronics: Преобразователи Частоты Промышленная Автоматизация [сайт]. URL: https://www.delta-rus.com/content/files/ssr_fotek.pdf (Дата обращения: 15.04.2022).

УДК 65.011.56

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КОСМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ.

Попов А.С., Казанцев М.Е.

Научный руководитель: Саламатин А.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: android_2001@list.ru*

Разработка программного модуля для автоматической системы наведения на космические объекты. Описание алгоритма ее работы. Приведение функциональной схемы.

Ключевые слова: Автоматическая система наведения, автоматизация.

Запуск первого в мире искусственного спутника Земли 4 октября 1957 года [1] стал первым шагом в развитии космической отрасли во всем мире. С тех пор многие страны освоив, комические технологии, начали активное исследование как объектов ближнего, так и дальнего космоса. Связи с этим было запущенно огромное количество космических аппаратов, которые со временем заняли значительное пространство орбит земли.

Ракеты-носители старого образца, например, «Восток-2М»[2] запускавшие космические аппараты, зачастую оставляли свои третьи ступени на орбите Земли, которые, впоследствии, стали космическим мусором. Также и спутники, вышедшие из строя, захламляют космическое околоземное пространство. Не стоит забывать и об астероидах, которые располагаются в пределах солнечной системы.

Все перечисленные объекты представляют опасность для жизни на Земле. Дело в том, что не все космические объекты при входе в плотные слои атмосферы сгорают полностью, и несгоревшие части попадают на по-

верхность Земли со скоростью свободного падения. По этой причине следует отслеживать данные объекты и получать их характеристики, которые помогут прогнозировать их дальнейшее поведение в космосе.

Для решения таких задач была разработана структура и собрана автоматическая система наведения на космические объекты [3]. Следующим этапом создания системы являлась разработка программного модуля для автоматической системы наведения на космические объекты.

Данный модуль позволяет, как и отслеживать космические объекты, так и автоматически наводить телескоп на них.

Для реализации данной задачи было решено разработать алгоритм слежения, который позволит наблюдать за движущимся объектом. А также в будущем хранить данные о его движении или изменение происходящие с ним в виде изображений и высчитанных значений скорости движения, направления, яркости и других характеристик.

Распознавание объектов реализовано с помощью готового программного модуля с открытым кодом [4]. Принцип его работы следующий. Делается несколько снимков с объектом наблюдения, на их основе данный модуль учится распознавать нужный нам объект и берет его в окружность тем самым находя его центр. Пример распознавания космического объекта при помощи готового программного модуля представлен на рисунке 1 А, Б.

Следующим шагом стала реализация автоматического наведения на распознанный космический объект. Для этого полученное изображение разбивалось двумя осями (ординат и абсцисс). За точку $[0;0]$ взят центр изображения которая находится по количеству пикселей. В данном центре должен находится центр объекта наблюдения для осуществления съемки. Основная работа этого модуля будет заключаться в удерживании объекта в центре изображения путем компенсации движения для корректировки положения телескопа. Для возможности перемещения по двум осям были использованы два шаговых двигателя, а также была видена зона нечувствительности, которая равна одному шагу установленных двигателей.

Для компенсации смещения космического объекта от нулевой точки применяются 2 пропорциональных регулятора. При этом при формировании управляющих воздействий учитывается зона нечувствительности. Телескоп начнет движение по осям только тогда, когда распознанный объект сместится на количество точек, превышающих шаг двигателя.

На рисунке 1 А представлен объект наблюдения, имеющий перемещение с определенной траекторией и скоростью. Система определяет объект, за которым будет производиться наблюдение, а также определять его центр. Имея систему координат с началом отсчета, расположенной посередине изображения, определяются значения по осям X и Y , которые используются для компенсации расположения объекта, с целью центрирования объекта наблюдения просматриваемой области. Данная процедура проходит периодически и с каждым проделанным циклом объект наблюдения приближается

к центру. Объект, находящийся в центр изображения, представлен на рисунке 1 Б.

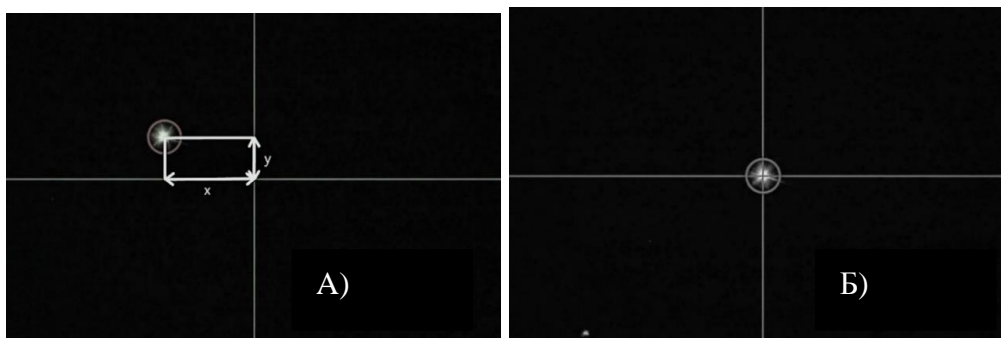


Рисунок 1 –Кадры наведения на звезду Арктур а) изображение с исходным положением б) изображение после наведения

После наведения будет поддерживается центрирование объекта на изображении в рамках области, где компенсация движения не требуется. А также осуществляется запись характеристик в базу данных, что позволит в дальнейшем составить прогнозы о следующем его пролете в исследуемой области неба.

Так как движение космических объектов линейно, то их движение по каждой оси можно описать типовым пропорциональным звеном. Поэтому для компенсации отклонения координат наблюдаемого объекта от заданных применяется пропорциональный закон регулирования, который определяется по следующим формулам.

$$\varphi_{r1} = k_{p1} \quad (1)$$

$$\varphi_{r2} = k_{p2} \quad (2)$$

На основе выше сказанного была разработана функциональная схема системы автоматического регулирования [5] представленная на рисунок 2. Где φ_0 - блок объекта, φ_{r1} и φ_{r2} регуляторы для координат. На вход подаются координаты объекта наблюдения, регуляторы наводят объект в центр, и на вход подаются новые координаты.

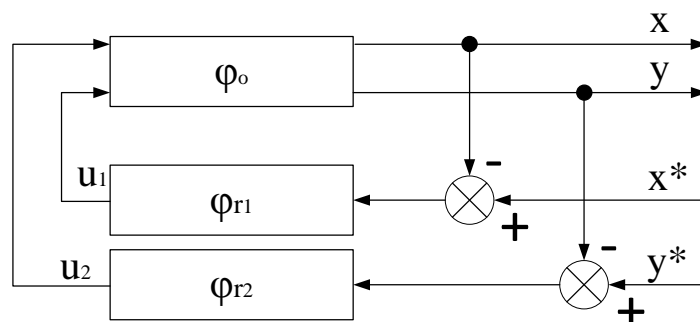


Рисунок 2 – Функциональная схема алгоритма

Данный алгоритм был программно реализован на языке программирования С#. Результат выполнения данного алгоритма позволит расположить исследуемый космический объект в желаемой области изображения, то есть, в данном случае, в центре. При расположении объекта в центре изображения, пропадает необходимость в использовании специальных программ для обработки кадров с разным расположением объекта, что упрощает процесс получения итогового изображения, а именно – упрощает задачу по сложению нескольких кадров. В будущем планируется реализовать запись характеристик, таких как: скорость, направление, время пролета, яркости и другие в базу данных.

Библиографический список

1. Спутник-1 [Электронный ресурс] // Википедия [сайт]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Спутник-1> (Дата обращения: 20.04.2022)
2. Восток (ракета-носитель) [Электронный ресурс] // Википедия [сайт]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Восток_\(ракета-носитель\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Восток_(ракета-носитель)) (Дата обращения: 20.04.2022)
3. Системы автоматизации (в образовании науке и производстве): AS'2021 труды XIII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) 2-3 декабря 2021г. / Сибирский государственный индустриальный университет; под общей ред. : С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2021. – с. : ил.
4. PIPP 2.5 [Электронный ресурс] // [software.informer](https://software.informer.com) [сайт]. URL: <https://pipp.software.informer.com> (Дата обращения: 20.04.2022)
5. Ротач В. Я. Расчет динамики промышленных автоматических систем регулирования – М., «Энергия», 1973. – 440 с ил.

УДК 004.896

О ПРИМЕНЕНИИ РОБОТОТЕХНИКИ В КОСМОСЕ

Ефименко З.А.

Научный руководитель: Кокорев И.С.

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: efimenkoza@mail.ru

Статья посвящена обзору технологий и применения робототехники в освоении космоса. Приведены основные характеристики, позволяющие выделить эту технологию среди прочих, принципы работы.

Ключевые слова: робототехника, космос, обзор, манипуляторы, космические роботы.

Освоение космоса является одной из прорывных тенденций в развитии науки и техники.

При нынешнем уровне развития космических роботов для науки и техники это большой шаг в освоении космоса. Их разработка на современном уровне развития космических беспилотных аппаратов позволила решать различные практические задачи. Но поистине удивительна перспектива освоения космоса. Это то, чего мы ожидаем от качественно новой робототехники завтрашнего дня, которая уже формируется уже сегодня. Тестируются различные конструкции робота-помощника для астронавтов, но завтра встанет вопрос о создании его дублера и превращении обитаемых космических аппаратов в посещаемые [7].

Космороботы – это роботы, приспособленные работать в космическом пространстве. Преимущество космических роботов перед человеком заключается в том, что они могут работать в крайне неблагоприятных условиях (например, в космосе есть радиация, поэтому человек не может выйти в открытый космос без скафандра, чего нельзя сказать про робота) и обходиться без каких-либо энергоресурсов, например, топлива, так как в большинстве случаев они используют энергию солнечных батарей. Также гораздо легче будет пережить потерю такого робота, чем гибель астронавта. Обычно, задача косморобота заключается в проведении какой-нибудь научной работы, например, собрать образцы грунта, просканировать их и отправить собранные данные на Землю. Вообще-то, тоже самое может сделать и обычный робот, работающий на земной поверхности, но к космороботу есть несколько обязательных требований, которым он должен соответствовать.

Например: перенести запуск, функционировать в сложных условиях враждебной среды, весить как можно меньше, потреблять мало энергии и иметь долгий срок службы, работать в автоматическом режиме, обладать чрезвычайной надежностью [4].

Для того, чтобы учитывать все эти требования, учёные создают все новые и новые устройства, обладающие высокой прочностью и потребуются мало энергии. Эксперты подсчитали, что отправление на Марс человека будет стоить примерно 200-300 миллиардов долларов, при том что это будет безвозвратное отправление. Еще придется потратить несколько месяцев на психологическую адаптацию участников экспедиции. А отправка корабля, на борту которого будет робот, обойдется примерно в 5-10 миллиардов долларов. Так что роботы в космосе обходятся намного дешевле, чем люди.

Плюсы и минусы космороботов

Плюс - значительно сокращается риск для человека при освоении и изучении космоса.

Минус - значительные затраты времени и средств на производство и разработку.

Рассмотрим современные прототипы космороботов разработанных усилиями Российских ученых и инженеров: FEDOR — антропоморфный робот-спасатель, разработанный НПО «Андроидная техника» и Фондом перспективных исследований по заказу МЧС России. 22 августа 2019 года FEDOR (позывной Skybot F-850) был запущен в космос на корабле «Союз

МС-14». Модуль благополучно достиг МКС 24 августа, но, ввиду неполадок, стыковка состоялась лишь 27 августа. 7 сентября, после завершения основной программы тестирования, модуль с FEDOR'ом был возвращён на Землю. Человекоподобный робот FEDOR (позывной Skybot F-850) оснащён речевой системой, способной распознавать слова и выдавать ответы. Вес робота – 106 кг, рост – 182 см, номинальная мощность – 5 кВт, максимальная мощность – 15 кВт. На 2019 год коллекторные двигатели поставлялись из Швейцарии, редукторы – из Германии. Часть датчиков и одноплатный компьютер робота – также иностранного производства. Бесколлекторные двигатели – собственного производства НПО «Андроидная техника». FEDOR состоит из российских деталей на 40 % в денежном выражении и на 70-75 % по массе. Из 48 двигателей 16 являются зарубежными. Мощность робота составляет 20 л. с. (13,5 кВт). Рост – 180 см, вес – до 106 кг. 90 % электронных деталей собирается в России – на предприятиях «Абрис-Технолоджи» и Silicium в Санкт-Петербурге. FEDOR работает на базе операционной системы реального времени, разработанной в Санкт-Петербурге на базе Linux. Робот может работать в автономном режиме 1 час, а также под управлением оператора на большом расстоянии через спутниковую связь. Робот может открывать дверь, работать с дрелью, садиться и водить автомобиль и квадроцикл в автономном режиме, проходить лабиринт «змейка», подниматься по ступеням [1, 5, 6].



Рисунок 1 - Робот Федор

Перейдем к российской разработке систем бортовых манипуляторов (СБМ) «Аист». Манипулятор для космического корабля "Буран" был разработан в Государственном научном центре - Центральном научно-исследовательском и опытно-конструкторском институте робототехники и технической кибернетики (ГНЦ ЦНИИ РТК РФ) (Санкт-Петербург). Бурановский манипулятор имеет кинематическую схему, сходную с манипулятором Space Shuttle (RMS). Кроме шести вращательных степеней подвижности, он имеет одну транспортную степень (для начальной установки в грузовом отсеке корабля при закрытых створках грузового отсека). Звенья манипулятора ("плечо" и "локоть") выполнены шарнирно-стержневыми из легких, но прочных композиционных материалов (углепластика), которые приспособ-

лены для космических условий с резким перепадом температур. Но в отличие от своего аналога он имеет возможность управляться с земли.[6]

В *режиме ручного управления* действиями манипулятора руководит оператор с помощью двух рукояток на пульте управления манипуляторами, расположенном на задней стенке в командном отсеке кабины корабля. Одна рукоятка обеспечивает перемещение собственно манипулятора, а другая связана непосредственно с захватами. Контроль за операцией оператор осуществляет с помощью уже упомянутой выносной телевизионной системы.

В *автоматическом режиме управления* манипулятор действует по заложенной в БЦВК программе. При этом БЦВК осуществляет связь манипулятора с оборудованием, размещенным вне корабля, рассчитывает оптимальную траекторию и требуемую скорость перемещения захватов с грузом, непрерывно контролируя работу всей системы, и при необходимости, внося необходимые коррективы.

В *режиме целеуказания* манипулятор может самостоятельно переместить захваты с полезным грузом в заранее заданную точку пространства.

Предусмотрен и *резервный режим* работы, при котором управляющие команды поступают на каждый шарнир манипулятора [2-3].

Таблица 1 – Технические характеристики

Технические характеристики	
Число степеней свободы	6 вращательных
Грузоподъемность, т	30
Рабочая зона	сфера радиусом 15,5 м
Максимальная скорость, см/сек:	
с грузом	10
без груза	30
Точность позиционирования, см	3

Вывод: Исходя из материалов статьи, отрасль робототехники в космосе значимая и перспективная технология. В перспективном будущем роботы полностью заменят при освоении космоса, что позволит не рисковать человеческими жизнями, но более глубоко и обширно изучать просторы космоса.

Библиографический список

1. В.А. Лопота, В.И. Юдин, Е.И. Юревич. О системном подходе к развитию экстремальной робототехники. Актуальные проблемы защиты и безопасности. Т.5, СПб: Астерион, 2005. Питер, 2017. 354 с.

2. Информационные системы. Автоматизация авиакосмической отрасли. Космическая робототехника: состояние и перспективы развития. 2011. № 4.

3. НПО Андроидная техника. Космическая робототехника [Электронный ресурс]. URL: <http://npo-at.com/projects/space/> (дата обращения: 20.04.2022).

4. МирПром. Применение роботов в аэрокосмической

промышленности [Электронный ресурс]. URL: <http://mirprom.ru/> (дата обращения: 20.04.2022).

5. Robo24. Все о роботах и технологиях. Промышленные роботы манипуляторы [Электронный ресурс]. URL: <http://robo24.ru/promyshlennye-roboty> (дата обращения: 20.04.2022).

6. ТАСС – Информационное агентство России. Графическая информация МКС [Электронный ресурс]. URL: <http://tassgraphics.ru/> (дата обращения: 20.04.2022).

7. Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 20.04.2022).

УДК 615.477 : 60

РАЗВИТИЕ БИОНИЧЕСКИХ ПРОТЕЗОВ

Широченко Д.С.

Научный руководитель: Кокорев И.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: d.shirochenko@mail.ru*

Статья посвящена «Развитие бионических протезов». В ней описано история развития, принцип работы, а так же развития этой сферы в России

Ключевые слова: Россия, бионический протез, протезы, робототехника, развитие, история.

В период развития технологий, во всем мире, различные специалисты, работают над их улучшением в разных областях науки, для того, чтобы сделать определенные вещи лучше, чем сейчас.

Первые известные науке протезы, появились около 5 тыс., лет назад в Древнем Египте. Это был большой палец на ноге. Предполагалось, что он служил для того, чтобы носить сандалии. Затем, стали появляться примитивные палки, вместо ног и рук, которые позже стали походить на человеческие руки и ноги. К сожалению, ими нельзя было управлять, а тем более передавать ощущения, которые могут испытывать люди. Но спустя много лет, люди приблизились к тому, чтобы устройство могло управляться, а так же передавать ощущения при помощи датчиков [1].

Это было достигнуто в 1963 году, югославскими (сербскими) учёными Райко Томовичем и Миодрагом Ракичем, специально для нужд инвалидов (в том числе и ветераном войны), была создана “Белградская кисть”.

Эта бионическая рука имела пять пальцев, в которых были встроены сенсоры тактильных ощущений. Для кисти была доступна технология захвата, сравнимая с современной: механизм управления силой схвата с обратной связью по давлению предотвращал повреждение как захватываемого объекта, так и самой искусственной руки.



Рисунок 1 - Белградская кисть

Белградская кисть намного опередила своё время, став предшественником современных бионических протезов и вспомогательных интеллектуальных систем. Она неоднократно исследовалась учёными в рамках проблемы создания новых бионических протезов. Таких изделий было немного, но они дали огромный скачок развития в этой сфере. Со временем, таких протезов становилось больше и люди стали интересоваться как они работают [2].

Устройство бионического протеза. На культю руки крепится гильза, которая в каждом случае изготавливается врачом-протезистом под индивидуальные параметры инвалида. В гильзе размещаются датчики мышечной активности, взаимодействующие с роботизированной рукой.



Рисунок 2 - Пример тестирующего бионического протеза

Управление рукой осуществляется через электроды с помощью биоэлектрических потенциалов мышц. Другими словами, протез «улавливает» мышечные импульсы и реагирует на них определенными движениями. Большинство задач решается двумя действиями протеза – хватом и щупом. Первое позволяет взаимодействовать с крупными предметами, второе – с мелкими (например, застегнуть молнию или завязать шнурки) [3].

Некоторые производители расширяют возможности бионических протезов, встраивая в них различные датчики и гаджеты, устройства оплаты, фонарики. Уже сегодня понятно, что в обозримом будущем возможности протезов превысят возможности природных органов тела, и это откроет совершенно новые перспективы их применения.

Производство бионических протезов в России, занимается лишь две компании. Это «Моторика» и «MaxBionic» которые, специализируются больше на детей, чем на взрослых и делают протезы для рук. В то время, как согласно исследованию компании «MaxBionic» из 1,4 миллиона человек с ампутациями, только 10% нуждаются в протезах верхних конечностей.

С протезированием рук, всё более-менее просто для их приобретения. От компании «Моторика», можно приобрести протез «Страдивари». Внешне он напоминает косметический протез, но он способен делать хват, в него можно внедрить некоторые другие функции, такие как: отображения уровня заряда, даты и времени, бесконтактная оплата и другие. Такой протез стоит 390 тысяч, что для такого функционала вполне достаточно. Сооснователь проекта Илья Чех рассказал, что всего компания продала 50 таких изделий.

Компания «MaxBionic», создала протез «MeHandS», и он похож на руку робота, но стоит он 14 тыс. долларов. Функционал и качество у него гораздо лучшие чем у «Страдивари», но высокая стоимость, делает его менее доступным.

Так же, на данный момент компании производят многосхваточные протезы пальцев, которые могут двигаться по отдельности, а следовательно выполнять более сложные функции [4, 8, 9].

Спрашивается, что делать человеку, у которого нет допустим ноги? Только обращаться к иностранным компаниям или ждать отечественной разработки, которая неизвестно когда появиться. Ведь для полноценного выпуска, надо проводить не мало тестов, которые требуют не мало времени.

Известно, что некоторые компоненты, наши компании закупают у иностранных производителей и в этом нет ничего плохого, с одной стороны. С другой, это замедляет процесс.

По сути, для развития данной сферы, надо сделать одно объединение всех стран, в котором будут собираться представители от своей страны и создавать совместные протезы, а так же помогать друг другу в исследованиях.

В России, тем более следовало создать такое объединение изобретателей, потому что, на данный момент, есть очень много проектов, которые можно было бы усовершенствовать и сделать доступными для нуждающихся, но к сожалению, им либо не хватает знаний, либо финансовых средств. Следовало бы создать таких мест в России три, для Европейской части, Сибирской и Дальнего Востока, чтобы все желающие, могли развивать эту область в нашей стране [5, 6].

При анализе данных, о перспективах развития и истории бионических протезов, важно отметить плюсы и минусы известных систем на данный промежуток времени.

Достоинство известных протезов:

- протез начинает быть похожим на настоящую руку, что делает его иногда менее заметным;
- в протез можно добавить электронику, которые позволят заменить

часы, карточку и телефон;

– с каждым днем протезы усовершенствуются и могут выдерживать более тяжелые нагрузки;

– для того, чтобы его модернизировать, требуется решить несколько дополнительных задач;

Недостатки известных протезов:

– очень большая стоимость протезов;

– малый объем производства;

– отставание разработок от ведущих стран;

Таким образом, развитие бионических протезов – сложная и комплексная проблема, требующая создания особых технологий, исследований и интеграции разработчиков со всей страны. Ведь для того, чтобы ускорить производство, сделать устройство надежнее и доступным, надо вложить немало времени и командной работы в этой области [7].

Библиографический список

1. Статья «История протезирования: от индийской королевы-воительницы до римского полководца» [Электронный ресурс] // URL: <https://motorica.org/blog/tpost/fzm1vu86m1-istoriya-protezirovaniya-ot-indiiskoi-ko> (Дата обращения: 27.04.2022).

2. Статья «Белградская кисть» [Электронный ресурс] // URL: <https://clck.ru/ggPeX> (Дата обращения: 28.04.2022).

3. Статья «Рука помощи: как устроен бионический протез» [Электронный ресурс] // URL: <https://rostec.ru/news/ruka-pomoshchi-kak-ustroen-bionicheskij-protez/> (Дата обращения 26.04.2022).

4. Статья «Кто в России создает бионические протезы, что о них говорят пользователи и как их купить на средства государства» [Электронный ресурс] // URL: <https://clck.ru/ggdSD> (Дата обращения 26.04.2022).

5. Статья «Бионические протезы: кто создаёт киборгов в России?» [Электронный ресурс] // URL: <https://rb.ru/longread/bionic-cyborgs/> (Дата обращения: 04.05.2022).

6. Статья «Кто создаст киборгов?» [Электронный ресурс] // URL: <https://trends.rbc.ru/trends/education/60ec271c9a7947ebc8705788> (Дата обращения: 05.05.2022).

7. Статья «Что такое нейропротезирование? Это вредно?» [Электронный ресурс] // URL: <https://biomolecula.ru/articles/chto-takoe-neiroprotezirovanie-eto-vredno> (Дата обращения: 05.05.2022).

8. Статья «Моторика (Компания)» [Электронный ресурс] // URL: <https://clck.ru/gmTQQ> (Дата обращения: 04.05.2022).

9. Статья «MaxBionic: Российские инженеры делают протезы, которыми уже заинтересовались за рубежом» [Электронный ресурс] // URL: <https://rb.ru/longread/maxbionic/> (Дата обращения: 04.05.2022).

АНАЛИЗ РЯДОВ ДАННЫХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

Бондаренко А.Д.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Киселева Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: Alina.12ru@yandex.ru*

Для выбора наиболее приемлемого прогнозатора количества дорожно-транспортных происшествий предлагается предварительный анализ реализаций, характеризующих их ежемесячное количество. Анализ реализаций показал, что на количество дорожных аварий оказывает существенное влияние сезонность. Поэтому предлагается осуществлять прогноз отдельно для каждого сезона года.

Ключевые слова: анализ реализации, дорожные происшествия, сезонность, прогноз.

Современный мир невозможно представить без транспорта. С каждым годом количество машин в мире растет все более быстрыми темпами. Определить их точную цифру в планетарном масштабе практически невозможно. Если несколько десятилетий назад личный автомобиль был роскошью, то сейчас хотя бы один имеется в каждой семье. Рост автомобилизации приводит к возникновению транспортных проблем, одна из которых дорожно-транспортное происшествие.

Высокая аварийность на автодорогах – предмет пристального внимания специалистов и органов власти на протяжении многих лет. Четыре из пяти дорожно-транспортных происшествий происходит в населенных пунктах, таким же образом соотносится и число пострадавших в них. Определение факторов, являющихся причиной совершения аварий, помогает осмыслить и предупредить причины ДТП.

С целью прогнозирования дорожно-транспортных происшествий был сделан предварительный анализ реализаций, характеризующих их ежемесячное количество. Это необходимо, во-первых, для того, чтобы выбрать наиболее приемлемый прогнозатор, а, во-вторых, проверить влияние сезонности на количество аварий.

Для анализа взят ряд данных, характеризующих ежемесячное количество ДТП с 2016 по 2021 год. На рисунке 1 приведена реализация числа случаев ДТП, зарегистрированной по месяцам. Анализ данных на графике рисунка 1 показал, что самое большое количество случаев ДТП приходится на август каждого года (число аварий достигает 88 – 83 случаев), реже число аварий увеличивается в ноябре месяце и колеблется в пределах 79 - 67 случаев [1, 2]. Кроме того, существенным является то, что ряд является нестационарным по отношению к среднему значению и к дисперсии.

На рисунках 2 и 3 реализация разделена на 2: первая описывает число аварий, в которых смертельные случаи не наблюдаются (т.е. последствия аварий более легкие), а вторая - когда авария закончилась смертельными случаями (т.е. более тяжелые последствия).

Оба ряда являются существенно нестационарными; причем число аварий со смертельными случаями значительно меньше количества случаев, в которых были только раненные.

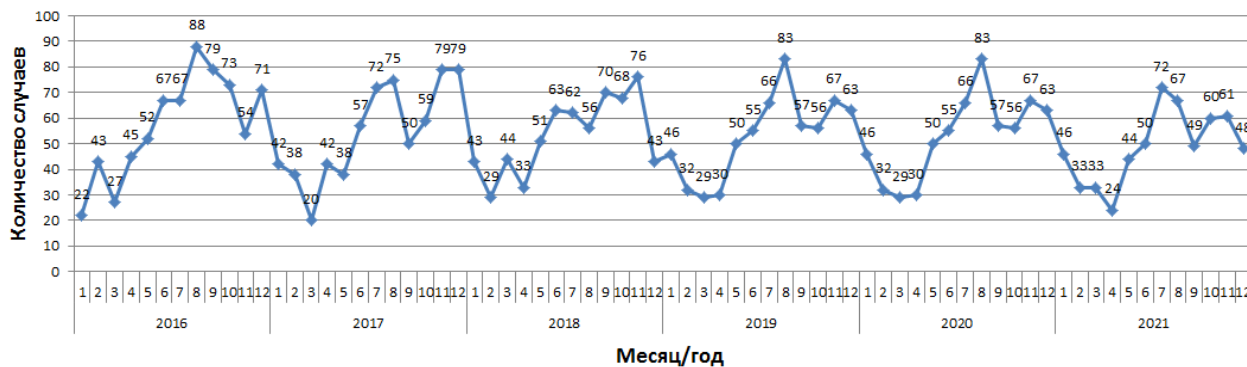


Рисунок 1 – Количество ДТП по месяцам

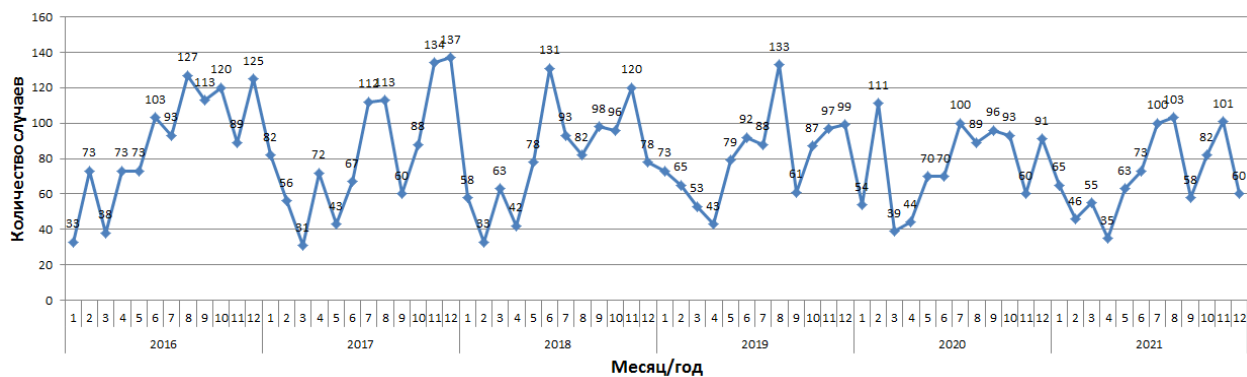


Рисунок 2 – Количество аварий без смертельных случаев

Наибольшее количество случаев погибших людей приходится на летние и зимние месяцы (это в основном август и декабрь).

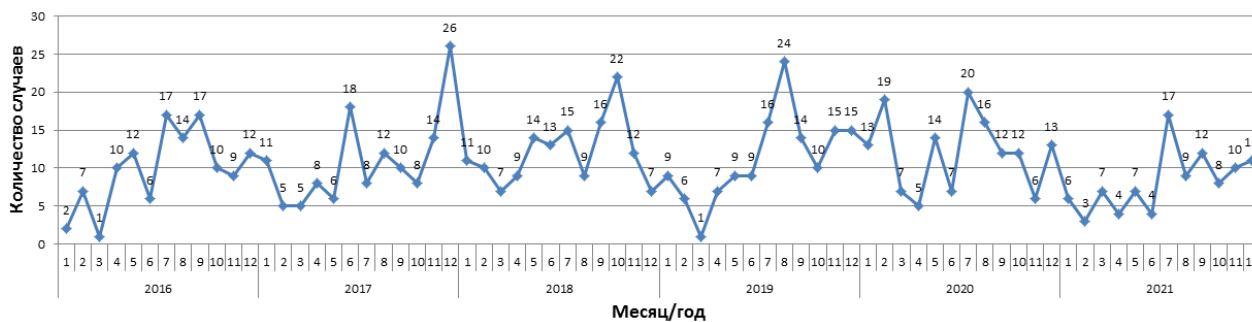


Рисунок 3 – Количество аварий со смертельным исходом

Для проверки влияния на количество дорожных аварий времен года исходный ряд разделили по сезонам [1-6].

В зимние месяцы (рисунок 4), рост ДТП, в первую очередь, связан с тем, что водители не своевременно меняли зимнюю резину, а также человеческий фактор внёс свои корректировки в статистику зарегистрированных ДТП (самоуверенность водителей, отсутствие навыков зимнего вождения после летнего сезона, культура вождения). Максимальное количество ДТП приходится на декабрь месяц. В этот месяц число аварий достигает 79 случаев.

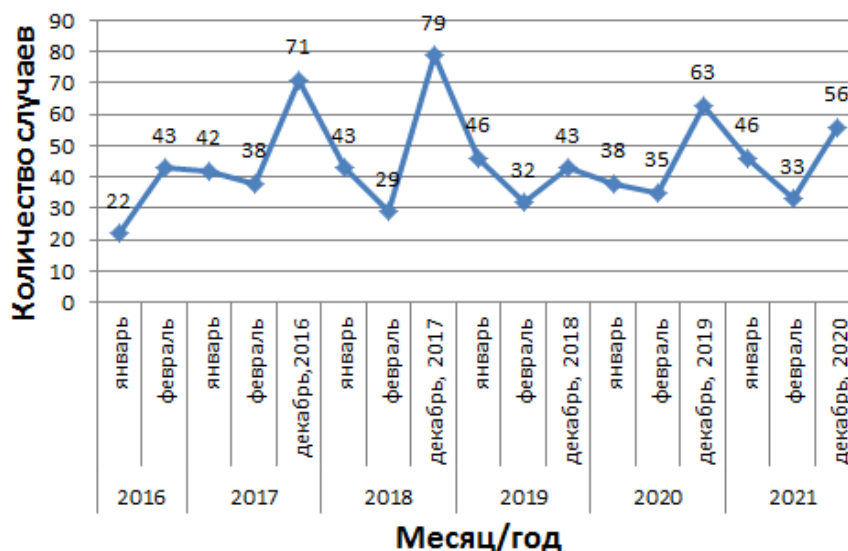


Рисунок 4 – Количество ДТП в зимний период

Рост ДТП в весенние месяцы (рисунок 5) обусловлен и связан, в первую очередь, с открытием дачного сезона, т.е. в это время года значительно увеличивается число автотранспортных средств на автомобильных дорогах. Максимальное количество аварий приходится на май. В мае месяце число аварий достигает 50 - 52 случаев, тогда как в другие весенние месяцы их значительно меньше (20 - 40).

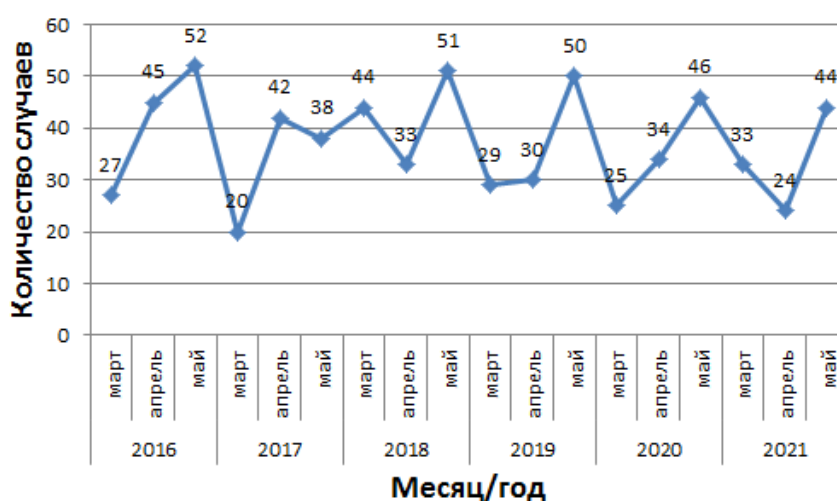


Рисунок 5 – Количество ДТП в весенний период

Летний период (рисунок 6) - эти месяцы приходятся на пик интенсивности движения за счет максимального использования транспортных средств

владельцами личного транспорта, началом сельскохозяйственных работ и отпусков. Максимальное количество аварий приходится в основном на август каждого года и достигает 88 - 83 случаев.

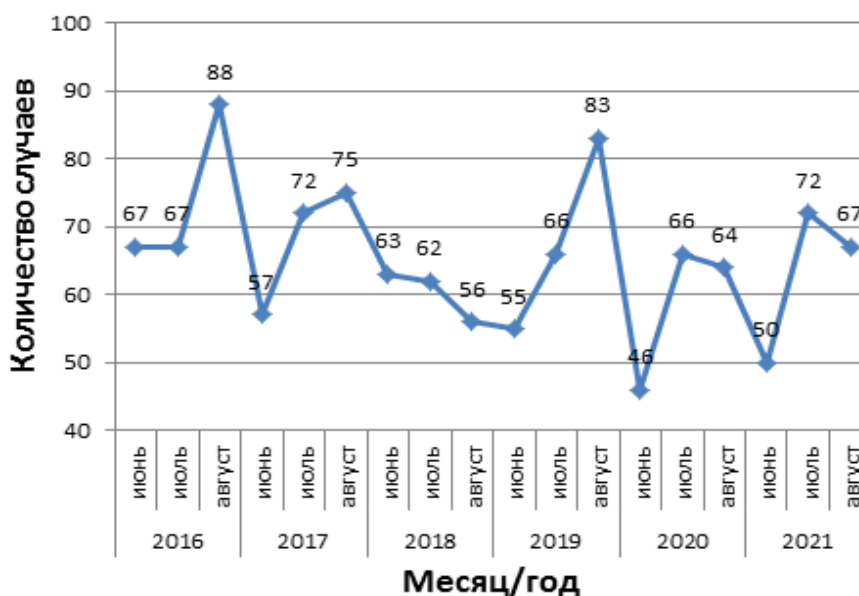


Рисунок 6 – Количество ДТП в летний период

ДТП, которые происходили осенью (рисунок 7), - это, в первую очередь, не соответствие резины (колёс) автотранспорта, во-вторых, резкие изменения климатических условий, а также не соблюдение ПДД водителями транспортных средств после окончания летнего периода. Максимальное количество аварий приходится на конец осени (в основном на ноябрь).

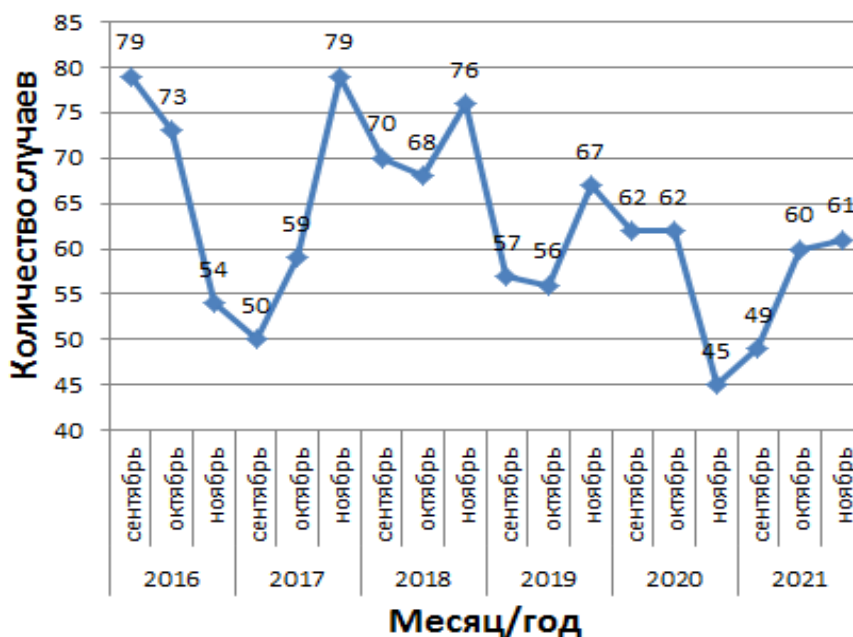


Рисунок 7 – Количество ДТП в осенний период

Сравнивая летний и осенний периоды можно отметить, что на графиках числа аварий наблюдается спад их количества, начиная с осени 2019 года. Особенно это заметно на реализации, характеризующей осенний период.

Таким образом, для выбора прогнозатора необходимо учитывать нестационарность ряда. Поэтому для прогнозирования необходимо использовать не один какой-либо прогнозатор, а сразу несколько, так как на одних участках реализации может оказаться, что лучшим является один прогнозатор, а на других совершенно иной. Кроме того, качество прогноза можно улучшить, если прогнозирование осуществлять отдельно по временам года. Это также позволит выявить причины дорожных происшествий, характерных для данного времени года, а значит, и наметить мероприятия по их устранению.

Как показала практика, для улучшения качества прогноза дорожно-транспортных происшествий лучше использовать многовариантный прогнозатор, включающий несколько алгоритмов прогнозирования, работающих одновременно; причем степень участия каждого прогнозатора на каждом шаге в многовариантном прогнозе будет определяться точностью его работы на предыдущих участках реализации. Это можно отслеживать с помощью весовых коэффициентов, которые предлагается уточнять на каждом шаге в зависимости от оценки средне-модульной ошибки прогноза, полученной каждым прогнозатором.

Библиографический список

1. Киселева Т.В. Комплексный многовариантный анализ и прогнозирование реализаций данных: монография / Т.В. Киселева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. – 227 с.
2. Бондарь Н.Ф. Многовариантное прогнозирование расчетных показателей / Н.Ф. Бондарь, В.П. Авдеев, С.М. Кулаков. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 1998. – 239 с.
3. Афанасьев, В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев. – Москва : Финансы и статистика, 2010. – 318 с.
4. Киселева Т.В. Многовариантный прогноз потребности населения г. Новокузнецка в лекарственных препаратах на базе нейросетевых технологий /Т.В. Киселева, А.С. Дружилов, А.В. Дейли // Материалы Международной конференции «Инноватика-2010». – Москва: Энергоатомиздат, 2010. – С. 6-9.
5. Киселева, Т.В. Исследование методов прогнозирования уровня травматизма населения / Т.В. Киселева, Н.М. Жилина, Н.Н. Максимова // Труды Всероссийской научно-практической конференции по системам автоматизации в образовании, науке и производстве. – Новокузнецк, 2009. – С. 409-413.
6. Лукашин, Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов / Ю.П. Лукашин. – Москва: Финансы и статистика, 2003. – 414 с.

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Бычков А.Г., Савинов Н.С.

**Научные руководители: д-р техн. наук, профессор Киселева Т.В.,
канд. техн. наук, доцент Маслова Е.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, e-mail: aleksds1@yandex.ru*

В докладе показана актуальность применения машинного обучения для решения задач распознавания образов. Описан метод обучения с учителем. Приведен в качестве примера метод k-ближайших соседей, а также рассмотрен способ оценки точности работы алгоритма в случае бинарной и мультиклассовой классификации. Приведена базовая структура нейрона и схема линейного классификатора.

Ключевые слова: машинное обучение, распознавание изображений, нейронные сети, метод k-ближайших соседей, обучение с учителем, подготовка данных.

Машинное обучение (англ. machine learning, ML) – класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а поиск закономерностей в исходных данных, то есть в результате решения задачи устанавливается зависимость полученных результатов от исходного набора признаков и их значений.

В последнее время для решения одной из наиболее популярных задач – распознавание изображений применяются методы машинного обучения.

Наиболее эффективным аппаратом при решении такого рода задач являются искусственные нейронные сети. Прежде чем использовать для распознавания то или иное изображение, нейронная сеть должна быть обучена на исходных данных.

Задача машинного обучения заключается в наличии некоторого набора объектов, который переводится в цифровой вектор. Далее для его обработки подбирается метод машинного обучения а на выходе получается модель, которая сможет предсказывать результат на новых данных, т.е. неиспользуемых в исходном наборе. Оценка качества обучения модели производится по тому, насколько успешно будут распознаны ранее неизвестные объекты. Такое обучение называется «обучение с учителем» или «supervised learning» [1-8] и оно является одним из самых популярных способов организации работы по распознаванию образов.

Для распознавания изображений можно использовать разные алгоритмы машинного обучения. К примеру, для классификации изображений может быть применен метод ближайших соседей. Если перевести каждое изображение в многомерное пространство, то разбитые по признакам однород-

ные изображения будут располагаться относительно близко друг к другу (рисунок 1).

Предполагается, что при появлении каждой новой точки в этом пространстве, она будет располагаться близко к другим точкам того же типа. Поэтому можно найти ближайшую точку по отношению к новой точке и сделать предположение, к какому классу относится она относится.

Для определения расстояния между точками обычно используются следующие формулы:

$$L_2 = \sqrt{\sum_i (v_i - u_i)^2}, \quad (1)$$

$$L_1 = \sum_i |v_i - u_i|, \quad (2)$$

где L_2 – стандартное Евклидово расстояние (длина многомерного отрезка),

v_i, u_i – координаты двух точек,

L_1 – модуль суммы разности между координатами.



Рисунок 1 – Распределение однотипных изображений в многомерном пространстве в методе ближайшего соседа

В этом случае важна точность на обучающей и контрольной выборках. Точность любого алгоритма определяется по тому, насколько он хорошо работает на новых, ранее неизвестных данных. Поэтому была разработана модификация метода ближайшего соседа в виде метода k -ближайших соседей. Этот метод показывает себя чуть хуже на обучающей выборке, но лучше на контрольной. Идея состоит в том, чтобы использовать не одного ближайшего соседа, а нескольких, число которых определяется гиперпараметром k .

Выбираются несколько ближайших соседей, и производится расчёт того, какой класс выражен сильнее всего из данной выборки. Для каждой задачи параметр k подбирается индивидуально. В зависимости от выбора этого параметра может возникать ситуация недообучения или переобучения (underfitting или overfitting) [4].

Недообученная модель не обеспечит высокой точности на реальных данных из-за того, что она недостаточно сложна. В случае переобучения граница между классами слишком сложна, она не генерализована, вместо

обобщения модель запоминает случайные шумы, находит закономерности, которых нет, что также приводит к снижению точности на новых данных. Поэтому вопрос выбора гиперпараметров является одним из основных на практике, для его решения нужно привлекать экспертов.

Для оценивания точности работы алгоритма можно разбить исходный набор на три части – тренировочный, валидационный и тестовый. Валидационный набор данных используется как средство подбора гиперпараметра k . После работы тренировочного и валидационного наборов модель проверяется на тестовом наборе данных.

Для оценки точности используются различные метрики. Выбор каждого конкретного метода оценки точности зависит от специфики задачи.

В случае бинарной классификации, когда имеется всего два класса (например, есть дефект или нет дефекта в рассматриваемом объекте), можно использовать простейший вариант с расчётом точности по формуле (3):

$$Accuracy = \frac{correct}{total}. \quad (3)$$

Accuracy – точность, correct – правильные варианты ответов, total – все попытки отнести объект к одному из двух классов. У этого подхода есть два недостатка.

Первый заключается в том, что с этим подходом тяжело работать, когда наборы данных не сбалансированы. В случае с наличием дефектов может возникнуть ситуация, когда дефекты редки в исходном наборе данных, например, их всего 1%. Тогда самый простейший классификатор будет точен на 99 %. Но при этом на практике количество брака будет намного больше.

Второй недостаток состоит в том, что ошибки могут быть разного рода. То есть, «стоимость» того, что дефект был пропущен, для предприятия будет гораздо выше, чем при ложном срабатывании.

Поэтому в таких ситуациях используют метрики Precision и Recall:

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP}, \quad (4)$$

$$Recall = \frac{TP}{TN + FN}, \quad (5)$$

где TP (True positives) – это те объекты, которые действительно являются дефектами и которые были выделены моделью как дефекты;

FN (False negatives) – объекты, которые являются дефектами, но не обнаруженные моделью;

TN (True negatives) – объекты, в которых нет проблем и которые модель проигнорировала;

FP (False positives) – объекты, в которых нет проблем, но которые модель отметила как дефектные.

Метрика Precision (формула (4)) показывает, насколько выбранные моделью объекты релевантны условию поиска. То есть если $\text{precision} = 0,8$, то это значит, что из 100 найденных моделью объектов только у 80 дефект действительно есть. Метрика Recall (формула(5)) показывает, сколько релевантных объектов было выбрано, то есть доля выбранных объектов с дефектом по сравнению со всеми дефектными объектами в целом.

Такой подход лучше работает в несбалансированных наборах данных. Управляя тем, какой параметр более важен, можно приоритезировать конкретный тип ошибки, уменьшая в первую очередь ее.

В случае мультиклассовой классификации используются те же способы, но с небольшими изменениями.

Точность Accuracy рассчитывается также по формуле (3). Для расчёта Precision и Recall строится матрица ошибок, пример которой приведен на рисунке 2. По горизонтали расположены фактические значения распознаваемых объектов, по вертикали то, что предсказывает алгоритм.

С помощью такой матрицы можно считать Precision и Recall как для любого класса.

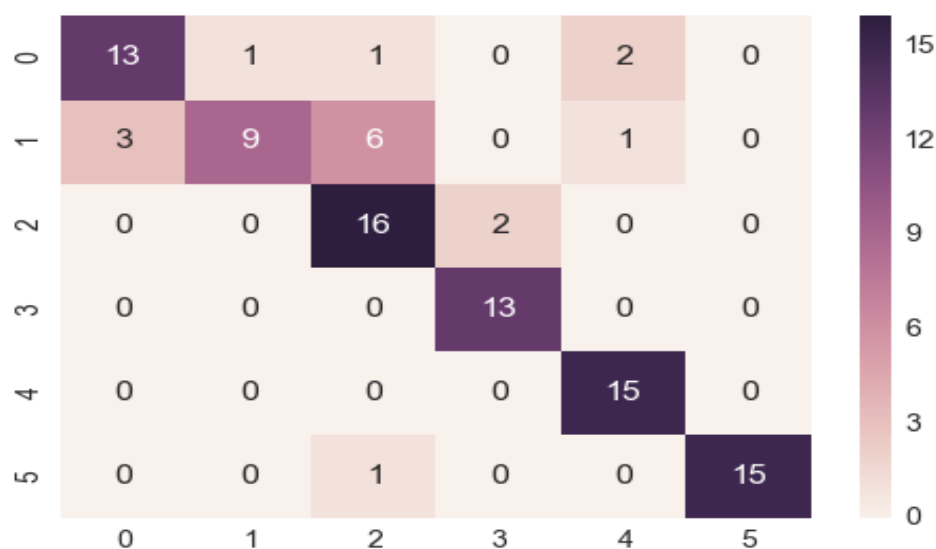


Рисунок 2 – Матрица ошибок

Общий подход к машинному обучению с учителем при использовании разделения исходного набора данных на три (тренировочный, валидационный и тестовый) сводится к следующему. Сначала производится обучение на тренировочном наборе данных. Если получена большая ошибка, то это означает, что модель не дообучена. В этом случае следует уточнить параметры модели, либо использовать другой подход. Если погрешность небольшая, то происходит проверка на валидационном наборе. Если ошибка все-таки большая, это означает, что модель переобучена. В данном случае нужно использовать большее количество исходных данных, либо добавлять дополнительные ограничения. Далее следует проверка на тестовом наборе данных. Если в этом случае получена большая погрешность, то проверке подвергаются исходные данные. Если тренировочный и тестовый наборы

существенно отличаются друг от друга, то следует поменять наборы, так как тренировочный и тестовый наборы данных должны быть близки друг к другу. Если же ошибка на всех трёх проверках была приемлемой в рамках конкретной задачи, то можно такую модель использовать по назначению.

Таким образом, в докладе рассмотрена актуальность применения задач машинного обучения, приведено определение машинного обучения с учителем. Дано понятие точности, описаны алгоритмы расчёта точности для бинарного и мультиклассового классификатора. Описана базовая методика повышения точности с разделением исходного набора данных на тренировочный, валидационный и тестовый.

Библиографический список

1. Киселева, Т.В. Машинное обучение для решения задач распознавания образов / Т.В. Киселева, Е.В. Маслова, А.Г. Бычков // Труды Междун. науч.-практ. конф. по информационным технологиям в науке, образовании и управлении // ИТНОУ. – 2021. - № 2(18). - С. 19-24.

2. Киселева, Т.В. Использование методов машинного обучения в задачах распознавания образов с помощью нейросетевых технологий / Т.В. Киселева, Е.В. Маслова, А.Г. Бычков // Тр. Междун. науч.-практ. конф. по технологиям разработки информационных систем. – Крым, пгг. Коктебель, 2021. – С. 119-125.

3. Киселева, Т.В. Прогнозирование реализаций показателей, характеризующих здоровье населения с помощью нейронных сетей на примере травматизма / Т.В. Киселева, Н.Н. Максимова, А.В. Дейли // Сб. докладов Междун. конф. «Инноватика, 2009». – М: Энергоатомиздат, 2009. - С. 77 - 82.

4. Киселева, Т.В. Применение классических и нейросетевого методов расчета вероятности прогноза в многовариантном прогнозаторе / Т.В. Киселева, А.С. Дружилов // Сб. докладов Росс. конф. «Системы автоматизации в образовании, науке и производстве». – Новокузнецк, 2011. – С. 507 - 513 .

5. Модели и методы исследования информационных систем: монография под ред. А.Д. Хоменко. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 204 с.

6. Комашинский, В.И. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи / В.И. Комашинский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2002. – 94 с.

7. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2001 – 382 с.

8. Червяков, Н.И. Применение нейронных сетей для задач прогнозирования и проблемы идентификации моделей прогнозирования / Н.И. Червяков // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. - 2003. – № 10. - С. 11-14.

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МНОГОМЕРНОЙ БЕЗУСЛОВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ГРАДИЕНТНЫМ МЕТОДОМ

Четвертков Е.В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Рыбенко И.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, e-mail: egorchetvertkov@list.ru*

В статье приводится анализ алгоритма градиентного метода на основе его программной реализации. В частности, проводится анализ влияния настраиваемых параметров алгоритма на эффективность его работы. Также исследуются причины неудач при использовании градиентного метода оптимизации.

Ключевые слова: многомерная безусловная оптимизация, градиентный метод, алгоритм, результаты исследований.

Решение задачи многомерной безусловной оптимизации заключается в нахождении вектора X^* , такого, что при его подстановке в целевую функцию она достигает минимального значения без наложения дополнительных ограничений. В таком случае множество допустимых значений совпадает с областью определения целевой функции. В формуле (1) представлена математическая запись постановки задачи [1].

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2, \dots, x_n) &= f(X) \\ f(X^*) &\rightarrow \min(f(X)) \end{aligned} \quad (1)$$

Для решения задачи многомерной безусловной оптимизации разработано большое число методов. Одним из них является градиентный метод.

Градиентный метод лежит в основе большого числа методов оптимизации первого порядка таких как градиентный метод с моментами (SGD), RMSprop, NAdam, Adamax, Adam, Adagrad, Adadelata и т.д. [2] Семейство градиентных методов широко применяется для решения задач оптимизации функции потерь в нейронных сетях, а также для решения инженерных задач. Популярность методов первого порядка обусловлена простотой их реализации.

Таким образом, понимание основ работы градиентного метода и знание его основных характеристик является важным для специалистов широкого профиля от аналитиков до программистов.

Суть градиентного метода проста – в заданной начальной точке рассчитывается градиент целевой функции. Градиент функции показывает направление наискорейшего роста функции, таким образом для нахождения минимального значения функции необходимо сделать шаг в направлении

противоположном градиенту, а для поиска максимума – в сторону вектора-градиента. Таким образом, новая точка рассчитывается по формуле (2).

$$X^{k+1} = X^k + \lambda_k \cdot S^k \quad (2)$$

где X^{k+1} – новая точка;

X^k – предыдущая точка;

$\lambda_k > 0$ – шаг;

$S^k = -\frac{\nabla f(x^k)}{\|\nabla f(x^k)\|}$ – единичный вектор в направлении наискорейшего спуска.

В качестве критерия останова [3] предлагает несколько возможных вариантов: на основе малости приращения аргумента (3), на основе малости изменения градиента (4), на основе малости приращения функции (5) или различная их комбинация.

$$\|X^{k+1} - X^k\| \leq \varepsilon \quad (3)$$

$$\|\nabla f(X^{k+1})\| \leq \varepsilon \quad (4)$$

$$\|f(X^{k+1}) - f(X^k)\| \leq \varepsilon \quad (5)$$

Как можно заметить основными параметрами классического градиентного метода являются: начальная точка, величина шага и точность поиска.

В ходе исследований градиентного метода было выдвинуто и подтверждено несколько гипотез.

Существует зависимость числа расчетов от начальной точки. Чем ближе к истинному минимуму находится начальная точка, тем меньше шагов будет сделано. На основе полученных данных было построено корреляционное поле, представленное на рисунке 1, и вычислен коэффициент парной корреляции, который составил 0,993.

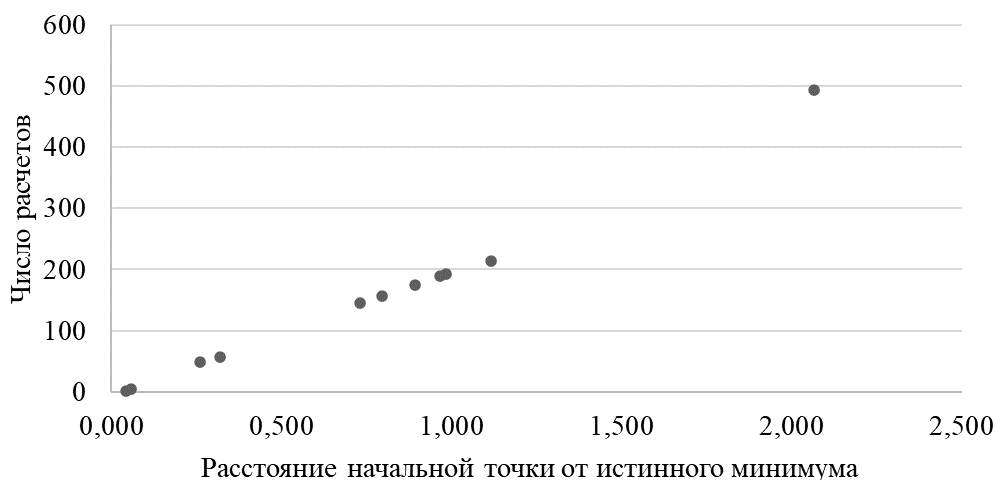


Рисунок 1 – Корреляционное поле число расчетов – близость начальной точки к истинной точке минимума

Существует зависимость между числом расчетов и выбранным шагом. Чем меньше шаг, тем больше расчетов будет сделано, при этом зависимость между числом расчетов и величиной шага имеет явно выраженный гиперболический характер (рисунок 2).

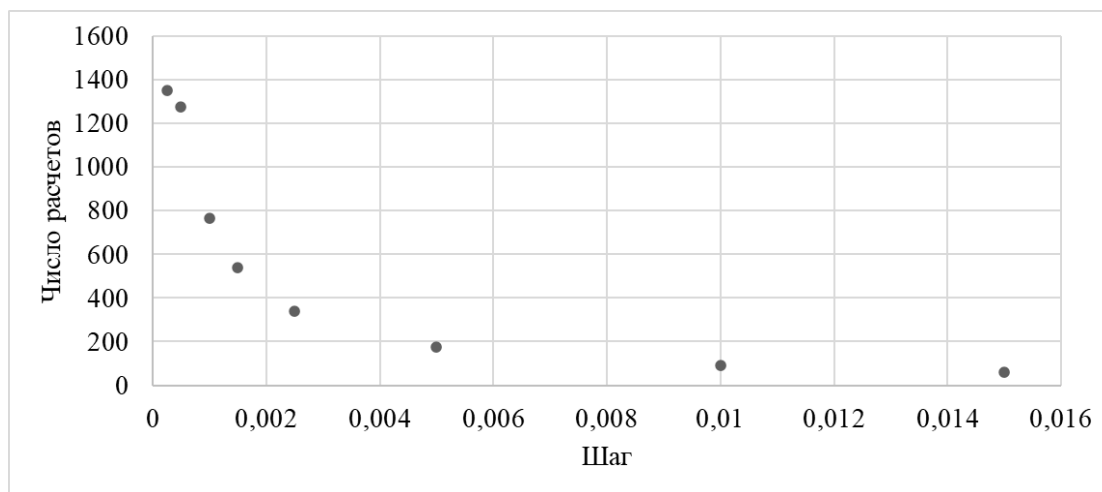


Рисунок 2 – Корреляционное поле число расчетов – величина шага

Существует зависимость между числом расчетов и заданной точностью расчетов. Чем меньше точность расчетов, тем больше будет расчетов. На рисунке 3 приведено корреляционное поле, показывающее зависимость числа расчетов от точности поиска. По результатам обработки данных коэффициент корреляции составил -0,997. Что говорит о сильной обратной связи.

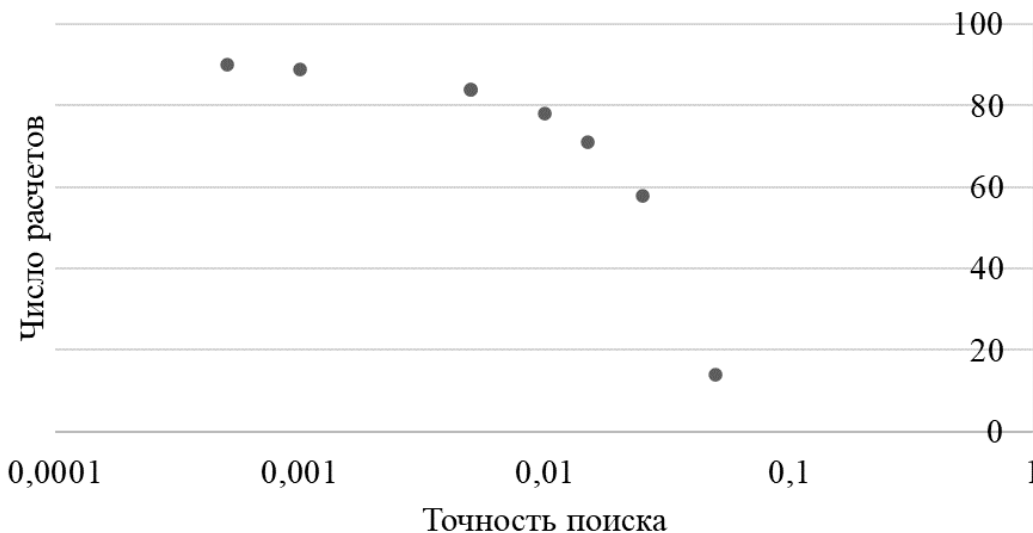


Рисунок 3 – Корреляционное поле число расчетов – точность поиска

В зависимости от рельефа плоскости, описываемой целевой функцией, и начальных настроек градиентный метод может найти локальный минимум или седловую точку, а не глобальный минимум. Для этого используем функцию вида (6).

$$f(a,b) = (\sin(b) - \cos(a))^2 - (\sin(a) + \cos(b))^2 \quad (6)$$

Как показали опыты градиентный метод в 75 % случаев находит минимальное значение функции, а в 25 % находит локальный минимум функции. Что подтверждает гипотезу.

Существует зависимость между числом расчетов и максимальной степенью оптимизируемой функции. Чем больше максимальная степень функции, тем меньше расчетов.

Из анализа полученных данных видно, что в среднем при увеличении степени оптимизируемой функции число итераций градиентного метода для нахождения минимума уменьшается. В то же время растет удаление найденного минимума от истинной точки минимума. При этом удаление от истинной точки минимума возрастает быстрее, чем падает число расчетов (рисунок 4).

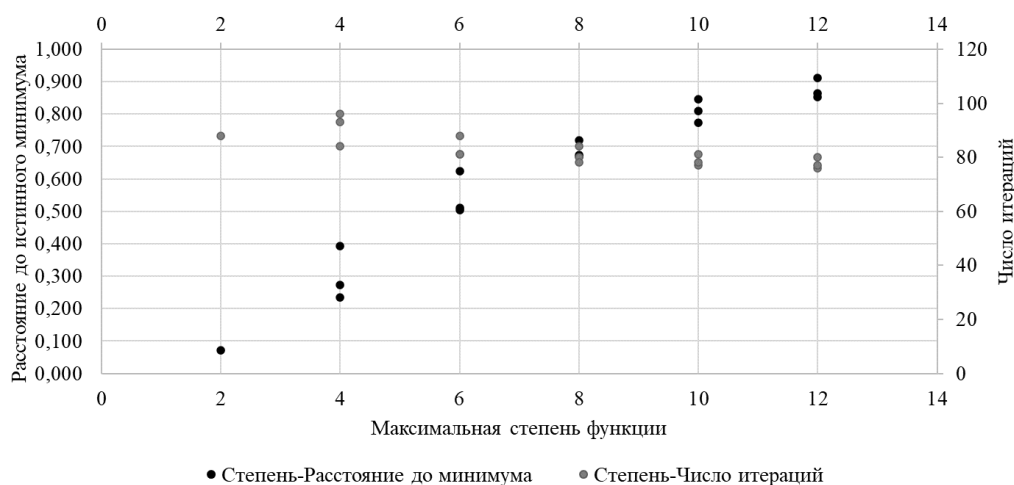


Рисунок 4 – Корреляционное поле Степень – Расстояние до истинного минимума Степень – Число итераций

Градиентный метод может не сойтись за конечное число итераций, из-за неправильно заданных параметров. При большой, относительно шага, точности поиска алгоритм делает всего один шаг. Таким образом итоговая точность расчетов является неудовлетворительной. В свою очередь при большом значении шага относительно точности поиска градиентный метод не сходится.

Из анализа полученных результатов можно вывести правило выбора пары шаг-точность поиска: точность поиска и шаг должны иметь одну разрядность или шаг должен быть на один-два порядка больше, чем точность поиска. В таком случае градиентный метод сойдется за конечное число итераций и при этом покажет удовлетворительный результат.

Библиографический список

1. Токарев, В. В. Методы оптимизации : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. В. Токарев. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 440 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04712-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 19 — URL: <https://urait.ru/bcode/407540/p.19> (дата

обращения: 08.03.2022).

2. Строим градиентные алгоритмы оптимизации Adam, RMSProp, Adagrad, Adadelta // Про программирование URL: <https://proproprogs.ru/tensorflow/tf-stroim-gradientnye-algoritmy-optimizacii-adam-rmsprop-adagrad-adadelta> (дата обращения: 05.04.2022).

3. Федунец, Н. И. Методы оптимизации : учебное пособие / Н. И. Федунец, Ю. Г. Черников. – Москва : Горная книга, 2009. – 376 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229023> (дата обращения: 11.03.2022). – ISBN 978-5-7418-0557-2. – Текст : электронный.

УДК 004.932

СРАВНЕНИЕ АРХИТЕКТУР НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ РАСПОЗНОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Четвертков Е.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Кораблина Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, e-mail: egorchetvertkov@list.ru*

В статье рассматриваются популярные архитектуры нейронных сетей, хорошо зарекомендовавшие себя в задачи распознавания изображений. В качестве набора данных используется изображения грибов Сибирского федерального округа, разбитые на пятьдесят классов. Предлагается архитектура нейронной сети для работы на мобильном устройстве, не уступающая известным нейронным сетям.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, архитектура нейронных сетей, сверточные нейронные сети, распознавание изображений, классификация.

Задача распознавания изображений находит применение во многих сферах деятельности человека. Производительность современных мобильных устройств достигла такого уровня, что позволяет запускать нейронные сети прямо на устройстве, в результате чего, потребность в сервере отпадает, этот факт подтверждается исследованиями TensorFlow [1]. Тем не менее, мобильные устройства все еще не позволяют работать с большими глубокими нейронными сетями.

Использование нейронной сети непосредственно на устройстве открывает широкие возможности. Нейронные сети, работающие непосредственно на мобильном устройстве, могут пригодиться при идентификации объектов или ведении расчетов в любом месте, и даже там, где нет доступа к интернету. Так, например, незадачливый грибник в лесу может определить съедоб-

ность найденного им гриба, даже если интернет будет недоступен.

Для сборки нейронных сетей, способных запускаться на мобильных устройствах, используются специальные библиотеки, самым популярными решениями являются PyTorch Mobile для PyTorch [2] и TensorFlow Lite для TensorFlow [3].

Из существующих архитектур нейронных сетей широкую популярность в настоящий момент получили VGG19, ResNet50, MobileNet, Xception, EfficientNetB7 [4-8].

Основная идея семейства ResNet-моделей заключается, в том, чтобы более глубокие слои нейронной сети предсказывали разницу между тем, что выдают предыдущие слои и целевым значением, то есть всегда могли увести веса в 0 и просто пропустить сигнал, в случае если модель уже хорошо определяет целевое значение [4].

Модели VGG, разработанные в 2014 году, являются одними из самых первых нейронных сетей, использующие операцию свёртки. Преимуществом этих сетей является их относительная простота, а недостатком – медленная скорость обучения и большое количество весовых коэффициентов [5].

Обычный свёрточный слой одновременно обрабатывает как пространственную информацию (корреляцию соседних точек внутри одного канала), так и межканальную информацию, так как свёртка применяется ко всем каналам сразу.

Архитектура Xception базируется на предположении о том, что эти два вида информации можно обрабатывать последовательно без потери качества работы сети, и раскладывает обычную свёртку на pointwise convolution (которая обрабатывает только межканальную корреляцию) и spatial convolution (которая обрабатывает только пространственную корреляцию в рамках отдельного канала) [6].

Особенностью архитектуры MobileNet является отсутствие max pooling-слоёв. Вместо них для снижения пространственной размерности используется свёртка с параметром stride, равным 2 [7].

Модель EfficientNet получается путём масштабирования моделей и балансирования между собой глубины и ширины (количества каналов) сети, а также разрешения изображений в сети [8].

При конвертации обычных моделей в модели, способные работать на мобильных устройствах, для ускорения расчетов на конечном устройстве и для уменьшения занимаемого дискового пространства, применяют методы квантования, обрезки и кластеризации. Кроме этого, можно использовать прунинг (метод сжатия за счет устранения части параметров в модели) [9] и сокращение числа слоев.

Суть квантования заключается в уменьшении точности чисел, используемых для представления параметров модели, которые по умолчанию являются 32-битными числами с плавающей запятой. Это приводит к меньшему размеру модели и более быстрым вычислениям [10].

Метод обрезки заключается в удалении из модели параметров, которые

не оказывают значительного влияния на результаты прогноза, что позволяет снизить объем загружаемой модели [10].

Кластеризация обеспечивает группировку весов каждого слоя модели в заранее определенное количество кластеров, а затем совместное использование значений центроидов для весов, принадлежащих каждому отдельному кластеру. Это уменьшает количество уникальных весовых значений в модели, тем самым уменьшая ее сложность [10].

В разрабатываемой нейронной сети должно быть обеспечено сочетание двух факторов: скорость выполнения операций и небольшой объем. Для достижения высокой точности предполагается взять за основу VGG модель, и, каждый блок сверток снабдить shortcut-ом, подобно ResNet. Перед выравниванием и передачей на полносвязные слои полученный тензор данных пропустить через один Insertion-блок.

Для проверки предложенной архитектуры используем собранный набор данных, состоящий из 50 классов. Каждый класс содержит по 500 изображений грибов, произрастающих на территории Сибирского федерального округа. Классы сформированы по родству, съедобности и внешней схожести грибов, т.е. все биологические виды, например, белых грибов объединены в класс Белый гриб. В свою очередь биологические виды грибов рода, например, Навозники разбиты на несколько классов: Навозник съедобный, Навозник серый (условно-съедобный) и Навозник несъедобный.

Изображения представляют собой матрицы 224 на 224 пикселя. Каждое изображение предварительно обработано с использованием сглаживающих медианных фильтров, выравнивания гистограмм и повышения контрастности.

Каждая модель нейронной сети обучалась 50 эпох. В качестве функции потерь выступала категориальная кросс-энтропия, а оптимизатором – стохастический градиентный спуск с моментами Нестерова.

В таблице 1 приведены результаты тестовых данных на скомпилированных tflite-моделях.

Таблица 1 – Анализ моделей на тестовых данных

Модель	ResNet	VGG	MobileNet	Xception	EfficientNet	Own
Точность, %	22.88	27.45	30.23	9.35	17.73	14.13
Топ 3, %	43.46	48.61	49.51	20.89	33.91	28.68
Среднее время выполнения, мс	7.05	8.17	5.71	6.53	20.23	10.70
Размер модели, Мб	103	80	27	92	266	45
Число настраиваемых параметров, млн	24.81	20.46	5.05	22.08	65.58	5.71

По результатам анализа проведенных экспериментов установлено, что предлагаемая модель Own остаточно компактна, ее размер составляет 45 Мб, по

остальным характеристикам она сопоставила с другими моделями, но по некоторым существенно уступает современным используемым моделям, что говорит о необходимости ее доработки.

Библиографический список

1. Hosted models // TensorFlow For Mobile & Edge URL: https://www.tensorflow.org/lite/guide/hosted_models (дата обращения: 07.04.2022).
2. PyTorch Mobile // PyTorch URL: <https://pytorch.org/mobile/home/> (дата обращения: 07.04.2022).
3. Deploy machine learning models on mobile and IoT devices // TensorFlow For Mobile & Edge URL: <https://www.tensorflow.org/lite> (дата обращения: 07.04.2022).
4. Эволюция нейросетей для распознавания изображений в Google: Inception-ResNet // Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/303196/> (дата обращения: 07.04.2022).
5. Примеры архитектур сверточных сетей VGG-16 и VGG-19 // proproprogs.ru URL: https://proproprogs.ru/neural_network/primery-arhitektur-svertochnyh-setey-vgg16-i-vgg19 (дата обращения: 07.04.2022).
6. Xception: компактная глубокая нейронная сеть // Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/347564/> (дата обращения: 07.04.2022).
7. MobileNet: меньше, быстрее, точнее // Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/352804/> (дата обращения: 07.04.2022).
8. Новые архитектуры нейросетей // Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/498168/> (дата обращения: 07.04.2022).
9. Прунинг нейронных сетей (фитнес бывает полезен не только людям) // Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/575520/> (дата обращения: 07.04.2022).
10. Model optimization // TensorFlow For Mobile & Edge URL: https://www.tensorflow.org/lite/performance/model_optimization (дата обращения: 07.04.2022).

УДК 622.6

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ ВЫДАЧИ КЛЮЧЕЙ ОТ АУДИТОРИЙ

Сенчуков А.В.

Научные руководители: Рыжих А.Ю., Куранова С.В.

*Кузбасский колледж архитектуры, строительства
и цифровых технологий, г.Новокузнецк, mail@kasict.ru*

В статье описаны процессы создания программно-аппаратного комплекса на основе контроллера АТМega32а и считывателя магнитных карт. За основу программной части выбран программный продукт 1С: Предприятие, с конфигурацией 1С:Бухгалтерия, на базе которой разработан ин-

терфейс для автоматизации рабочего места контрольно-пропускного пункта в части учета выдачи ключей от аудиторий. Основная цель проекта – обеспечение прозрачности учёта и повышение оперативности получения данных у вышеназванного процесса. В работе рассмотрены теоретические основы, необходимые для построения данной системы, описан алгоритм работы комплекса и функциональных блоков. В настоящее время программно-аппаратный комплекс адаптирован для предприятия ККАСиЦТ.

Ключевые слова: Программно-аппаратный комплекс, автоматизация процесса, автоматизация рабочего места, система контроля и управления доступом, эксплуатация.

Любое предприятие средних или крупных размеров имеет множество процессов, до автоматизации которых дело не доходит. Один из таких примеров - выдача ключей от кабинетов на вахте. Это процесс, который присутствует на большом количестве предприятий. Это могут быть ключи от кабинетов с рабочими местами, складские, подсобные и другие помещения.

В большинстве случаев данный процесс не автоматизирован или автоматизирован частично, из-за чего могут возникать проблемы с поиском нужного ключа. Для решения этой проблемы обычно используется бумажный журнал учёта ключей, но бывают ситуации, когда кабинет закрыт и для определения сотрудника, взявшего ключ, необходимо подойти на вахту, найти нужный кабинет в списке, определить ответственного, связаться с ним. Также процесс выдачи контролируется только субъективно - опираясь на знания охранника о "правах доступа" до кабинетов каждого из сотрудников.

Данная работа направлена на решение нескольких задач:

1. автоматизация процесса и прозрачность учёта, визуализация текущего состояния и возможность получения истории в разрезе кабинетов/сотрудников;

2. назначение "прав доступа", привязка сотрудника к определенному набору ключей, которые он имеет право взять;

3. получение информации о статусе ключа и уведомление сотрудника о том, что ему необходимо вернуть ключ посредством специально разработанного бота на базе мессенджера Telegram.

Описание реализации:

Проект состоит из двух блоков – аппаратного и программного комплекса.

Аппаратный комплекс построен на основе контроллера ATmega32a и считывателя магнитных карт. Развернутая схема приведена на рисунке 1.

За основу программного комплекса выбран программный продукт 1С:Предприятие, взята конфигурация 1С Бухгалтерия, так как в России у большинства предприятий имеется данная система, соответственно дополнительных затрат на приобретение не потребуется.

На рабочем месте охранника/вахтера устанавливается АРМ Охранника (Автоматизированное Рабочее Место, Рисунок 2), где будет отображаться

текущий статус ключей и история выдачи/возвратов ключей, а также функционал по формированию отчётов. При прикладывании пропуска - на экране будет отображаться информация о сотруднике с фотографией для дополнительного контроля со стороны охранника, на случай использования чужого пропуска.

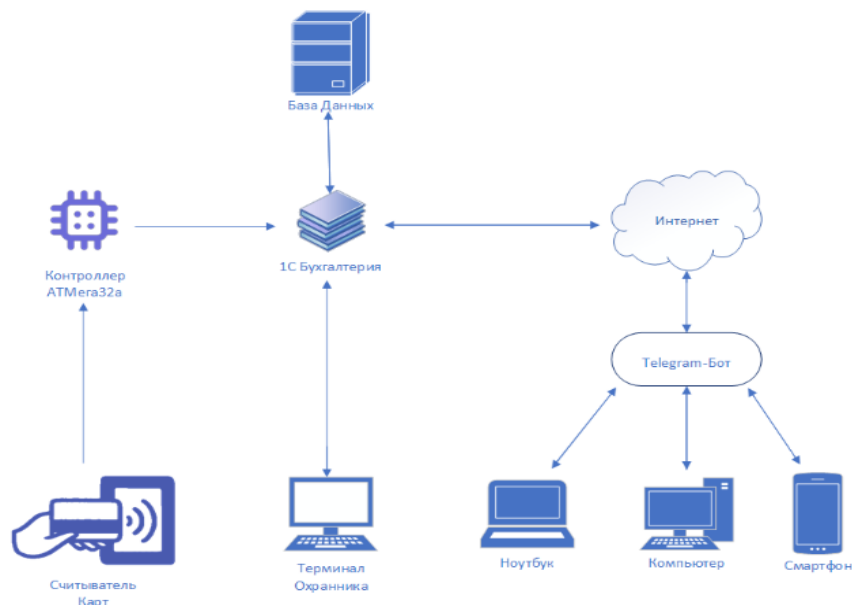


Рисунок 1 – Структура системы

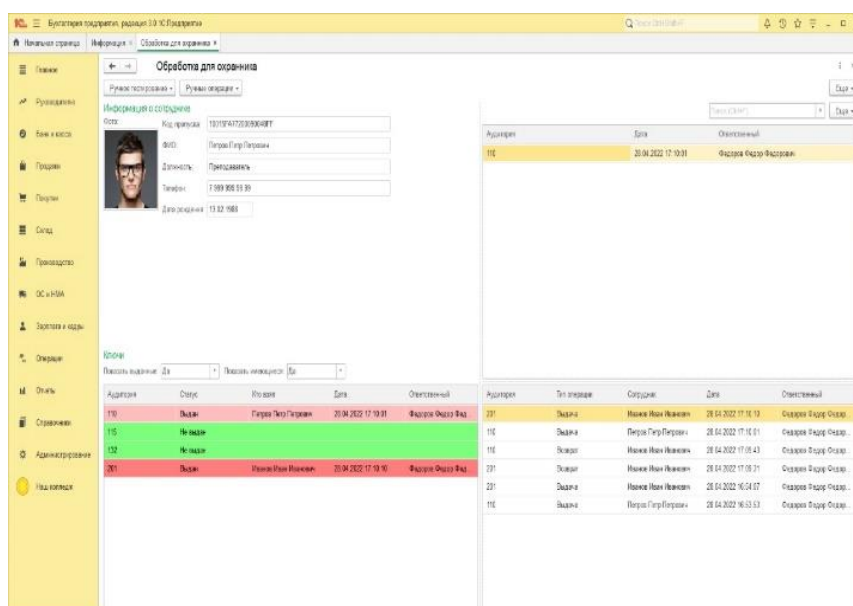


Рисунок 2 - Внешний вид АРМ

Перспективы развития проекта:

1. интеграция данного механизма со СКУД (Системой контроля и управления доступом);
2. тиражирование решения на другие предприятия, так как систему можно адаптировать не только к системе контроля ключей колледжа;
3. получение статуса 1С:Совместимо для коммерциализации проекта.

Результаты работы

На данный момент проект запущен в режиме опытно-промышленной эксплуатации в одном из корпусов колледжа ККАСиЦТ.

Проект выполняет следующие задачи:

- помогает повысить актуальность и оперативность учета;
- минимизирует время фиксации данных;
- снижает трудозатраты на формирование отчетов;
- повышает оперативность труда путем исключения двойной работы сотрудников.

Библиографический список

1. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR / А.В. Евстифеев. – Москва : Додэка XXI, 2007. – 592 с. – ISBN 978-5-94120-090-0.

2. Радченко М.Г. 1С:Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика / М.Г. Радченко, Е.Ю. Хрусталева. – Москва : 1С-Паблишинг, 2013. – 964 с. – ISBN 978-5-9677-2041-3.

3. 1С. Информационно-технологическое сопровождение : официальный сайт : [Сайт информационно-технологической поддержки 1С]. – Москва. – URL: <https://its.1c.ru/> (дата обращения: 15.04.2022). – текст : электронный

УДК 622.6

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Рогожников И.П.

Научный руководитель: Борщинский М.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: oldbrowze@gmail.com*

Лабораторный стенд предназначен в первую очередь для знакомства студентами с принципами работы микропроцессорных систем, с возможностями управления электрическим приводом с помощью систем подчиненного регулирования.

Ключевые слова: Микропроцессорные системы, электропривод, широтно-импульсная модуляция, двухконтурное регулирование, микроконтроллеры, датчик тока, фотопрерыватель.

В процессе обучения студенты направлений обучения «Электроника и наноэлектроника» и «Электроэнергетика и электротехника» должны познакомиться с принципами построения микропроцессорных систем управления электроприводами. Микропроцессорные системы представлены в виде трех микроконтроллеров различных архитектур:

- микроконтроллер *ST STM32 (Cortex-M3)*;
- микроконтроллер *TI LM4F120 (Cortex-M4F)*;
- микроконтроллер *Atmel ATmega328p (AVR)*.

На рисунке 1 представлена функциональная схема устройства.

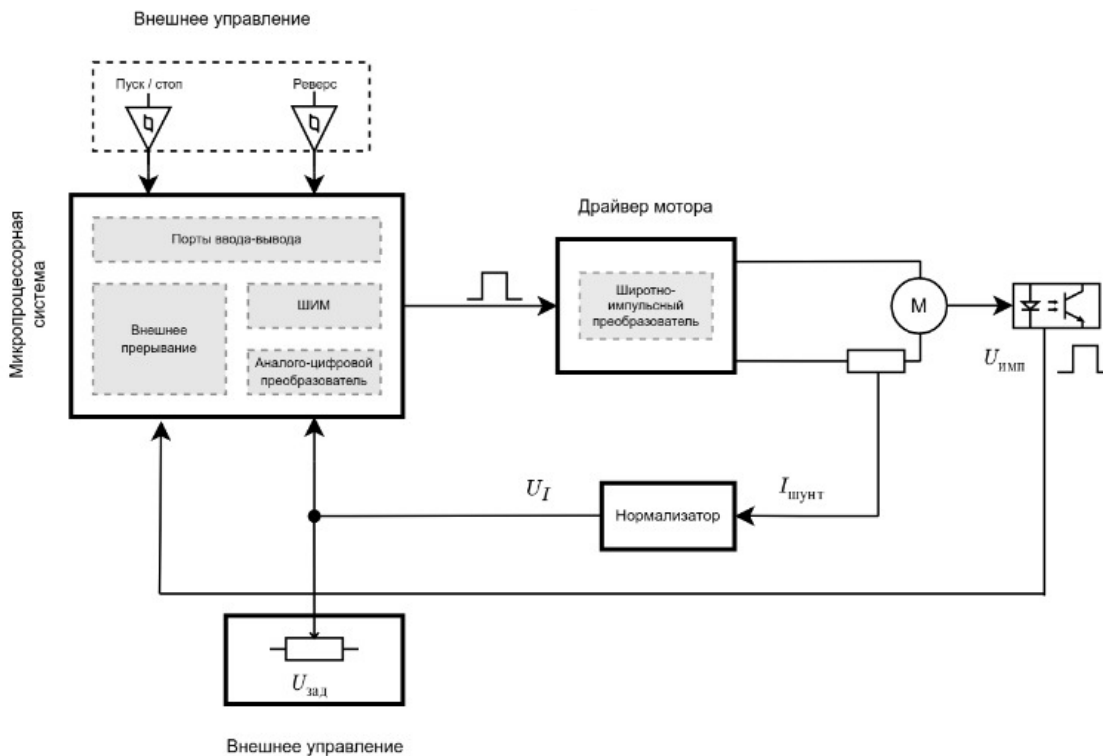


Рисунок 1 – Функциональная схема стенда

Цель работы – разработка лабораторного стенда согласно представленной схеме для управления цифровым электроприводом постоянного тока.

Микропроцессорная система управление электроприводом выполнена двухконтурной: контур тока и контур скорости.

Поскольку стенд должен сопрягаться с каждым из этих микроконтроллеров, предусмотрено согласование логических уровней для корректной работы каждого из узлов стенда.

Электрический привод представлен в виде коллекторного электродвигателя постоянного тока *R370-17315 6.0 V* [1].

Драйвер мотора постоянного тока представлен в виде платы от компании *Pololu md30a*, основанной на микросхеме *MAX14870* [2].

Для осуществления самого управления двигателем выбран самый эффективный и простой в реализации метод – метод широтно-импульсного регулирования с помощью широтно-импульсной модуляции.

Обратная связь по скорости реализована с использованием оптического датчика-фотопрерывателя *H92B4* [3], фиксирующего количество фотопрерываний с помощью энкодерного диска, предварительно установленного на вал электродвигателя.

Сигнал задания на контур скорости поступает с потенциометра R4 (рисунок 2). С помощью него можно задавать скважность ШИМ для управления скоростью вращения якоря электродвигателя.

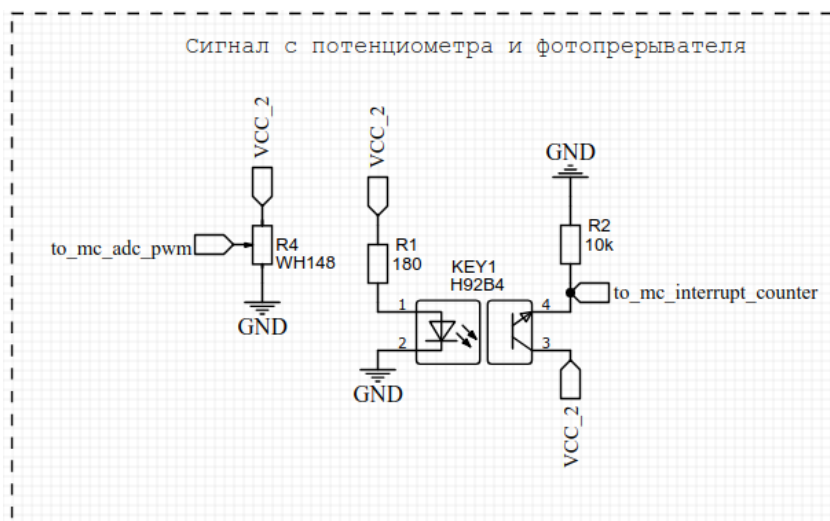


Рисунок 2 – Принципиальная схема контура скорости

Сигнал обратной связи по току получен с помощью резистора-шунта номиналом 0.1 Ом, который, ко всему прочему, ограничивает пусковой ток двигателя (установлен на плате ШИП) [2].

Исходя из того, что сигнал с резистора крайне мал, возникла необходимость в его усилении с помощью операционного усилителя LM358 [4]. Коэффициент усиления составил 110. Это удовлетворяет требованию о согласовании напряжений для различных плат микроконтроллеров, так как максимальный сигнал будет составлять не более 3.3 В. Принципиальная схема канала измерения тока представлена на рисунке 3.

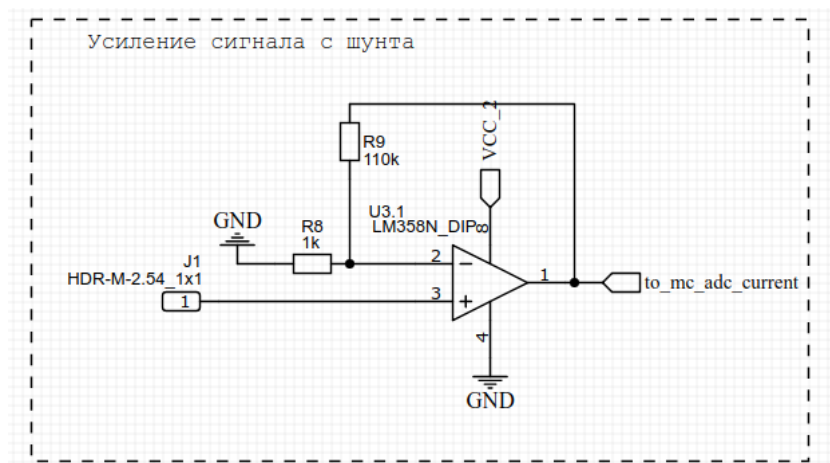


Рисунок 3 – Принципиальная схема контура тока

Выбор направления вращения электродвигателя и сигнал Пуск/Стоп осуществляется с помощью кнопок SW1, SW2.

При тестовой эксплуатации стенда при нажатии кнопок был замечен дребезг контактов. Было принято решение об установке сборки триггеров

Шмитта на микросхемы 74НС14 [5] и ФНЧ на входах триггеров для подавления дребезга (рисунок 4).

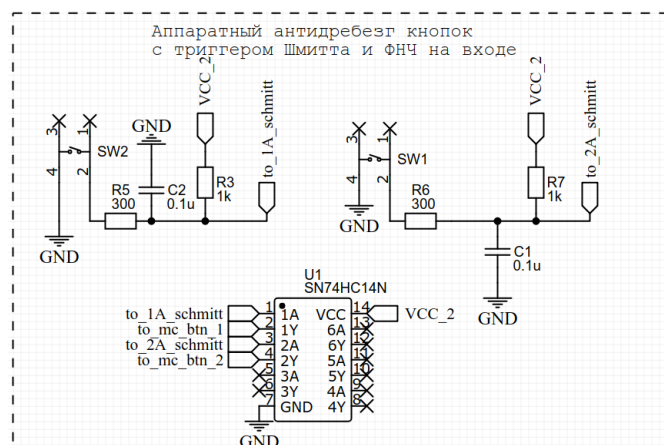


Рисунок 4 – Принципиальная схема узла приёма сигналов с кнопок

На стенд подаётся два питающих напряжения: напряжение питания узлов платы (3,3В или 5В с микроконтроллера) и напряжение питания двигателя (от внешнего источника). Скорость вращения двигателя (скважность ШИМ) задаётся контуром скорости и поступает с одним из выводов микроконтроллера (МК).

На рисунке 5 представлены переходные процессы скорости и тока, полученные с устройства при пуске электродвигателя. Небольшие пульсации обусловлены несовершенством RC-фильтра.

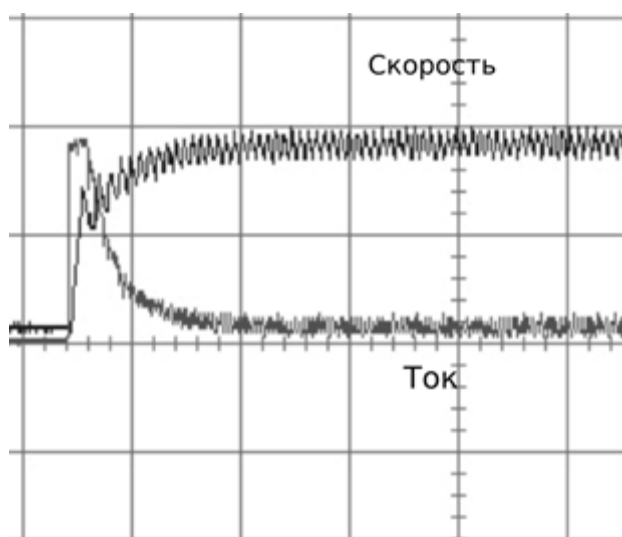


Рисунок 5 – Переходный процесс тока и напряжения при пуске двигателя

В соответствии с поставленной задачей, был спроектирован, создан и протестирован лабораторный стенд для исследования систем управления электродвигателем (рис. 6), который будет использоваться при проведении лабораторных работ в различных группах на кафедре. Он позволяет оператору менять направление вращения якоря двигателя, запус-

кать/останавливать двигатель, а также позволит применять различные методы управления электрическим приводом с помощью двухконтурной системы управления (контура тока и контура скорости), такие как ПИ-, П-, ПИД-регулирование.

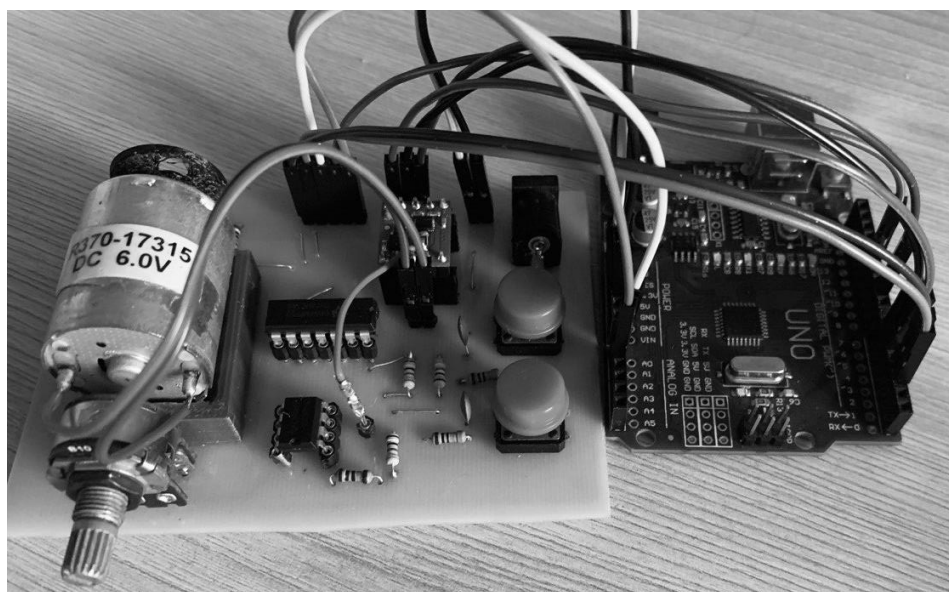


Рисунок 6 – Внешний вид стенда в связке с микроконтроллером

Совершенствования материально-технической базы кафедры позволит студентам знакомиться с возможностями современных микропроцессорных систем управления, а поскольку в стенде заложена возможность работы от напряжений 3.3 В и 5В, то обучающиеся не будут ограничены в возможностях изучения МК различных производителей и серий.

Библиографический список

1. Электродвигатель R370-17315 6 V. - Текст : электронный // Технические характеристики : [сайт]. - URL: <https://static.chipdip.ru/lib/585/DOC000585189.pdf> (дата обращения: 17.04.2022).
2. Pololu MAX14870 Motor DC Driver. - Текст : электронный // Datasheet : [сайт]. - URL: <https://www.pololu.com/product/2961> (дата обращения: 16.04.2022).
3. H92B4 photointerrupter. - Текст : электронный // Datasheet : [сайт]. - URL: http://radiocom.dn.ua/image/data/pdf/H92B4_ZC.pdf (дата обращения: 16.04.2022).
4. LM358 operational amplifier. - Текст : электронный // Datasheet : [сайт]. - URL: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm358.pdf> (дата обращения: 16.04.2022).
5. SNx4HC14 Hex Inverters with Schmitt-Trigger Inputs. - Текст : электронный // Datasheet : [сайт]. - URL: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74hc14.pdf> (дата обращения: 16.04.2022).

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКОГО МЕТОДА РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ

Рыленков Д.А.¹, Пичугин Р.А.²

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Калашников С.Н.³

¹Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова,
г. Москва, e-mail: davyd.rylenkov@yandex.ru

²Национальный Исследовательский Томский Политехнический
Университет, г. Томск, e-mail: Roman.Pichugin20@gmail.com

³Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: s.n.kalashnikov@yandex.ru

В данной статье рассматривается разработанный авторами метод распознавания рукописных символов. Была создана программа на языке Delphi для выполнения поставленной задачи. Данная методика также может быть применима в информационных системах различного назначения.

Ключевые слова: распознавание образов, вычислительные методы, алгоритмы, информационные технологии, программное обеспечение, компьютерные системы.

На сегодняшний день методы автоматического распознавания символов находят применение во многих областях. Можно выделить следующие актуальные задачи:

- При преобразовании документации и книг в электронный вид;
- Считывание данных с анкет и бланков;
- Распознавания номерных знаков на автомобилях;
- Распознавания символов при обработке паспортных данных [1, 2].

На практике выделяют следующие методы распознавания текста:

- Распознавание при помощи искусственных нейронных сетей;
- С использованием ключевых критериев объектов [3];
- На основе заранее подготовленных растровых шаблонов [4].

Разработанная методика распознавания символов использует набор заранее подготовленных эталонных изображений символов алфавита и цифр. Перед началом работы алгоритма выполняется предварительное преобразование начального файла. Исходный файл, содержащий данные для распознавания, разбивается на блоки, внутри которых содержатся исходные символы.

Разработанный алгоритм распознавания символов включает в себя следующие ключевые этапы:

1. Для исходного изображения происходит последовательный обход всех пикселей.

2. При нахождении пикселя, соответствующего элементу символа, значения его координат сохраняются.

3. После этого аналогично происходит обход пикселей изображения

первого эталона.

4. В изображении эталона при нахождении пикселя, соответствующего элементу символа сохраняются значения данных координат.

5. Для сохраненной пары координат происходит вычисление расстояния.

6. Аналогично происходит процесс вычисления расстояний от зафиксированной координаты исходного изображения до всех пикселей элементов символа эталонного изображения.

7. Из набора вычисленных расстояний определяется минимальное.

8. Аналогичная операция производится для всех пикселей исходного изображения, минимальные расстояния суммируются, значение суммы сохраняется.

9. Те же действия производятся для сравнения исходного изображения символа с каждым из следующих эталонных изображений.

10. Эталонное изображение, которому соответствует наименьшее значение вычисленной суммы, определяется как распознанный символ.

Также следует отметить, что приведенный выше алгоритм повторяется для всего набора распознаваемых символов.

Таким образом, на основе проведенного тестирования разработанного интегрально-оптического метода распознавания символов было выявлено, что он дает успешный в результате в 87% случаев. В дальнейшем данная методика будет адаптирована для работы с несколькими различными независимыми наборами эталонных изображений для общего повышения точности распознавания.

Библиографический список

1. Потапов, Алексей Автоматический анализ изображений и распознавание образов / Алексей Потапов. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2017. - 292 с.

2. Емельянов, С.В. Информационные технологии и вычислительные системы. Вычислительные системы. Компьютерная графика. Распознавание образов. Математическое моделирование. Выпуск №2, 2015 / С.В. Емельянов. - Москва: Мир, 2015. - 662 с.

3. Елисеева, И. И. Группировка, корреляция, распознавание образов (статистические методы классификации и измерения связей) / И.И. Елисеева, В.О. Рукавишников. - Москва: РГГУ, 2014. - 144 с.

4. Автоматическое управление и вычислительная техника. Выпуск 10. Распознавание образов: моногр. . - М.: Машиностроение, 2016. - 256 с.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ EXCEL-VBA-ПРИЛОЖЕНИЙ

Бабушкина О.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Калашников С.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: babushkina.olga51999@gmail.com*

В ходе исследования разработана математическая модель параметров движения автомобиля в табличном процессоре Microsoft Excel в виде задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений (СОДУ), описывающих изменение во времени скорости и пройденного пути автомобилем, обладающим определённой массой и являющимся в силу этого инерционным объектом.

Ключевые слова: дорожное движение, инерционный объект, апериодическое звено первого порядка, задача Коши, разностная схема Кранка-Николсона.

В связи с увеличением общего количества личного транспорта дорожное движение растет во всем мире. В часы пик на дорогах резко повышается интенсивность движения автотранспорта из-за того, что большинство людей едут на работу практически в одно и то же время. Особенно остро они проявляются в узловых пунктах улично-дорожной сети – перекрестках, на которых возникают пробки в виде длинных очередей автомобилей, замедляющие движение транспорта и увеличивающие время передвижения пассажиров. Поэтому возникает необходимость в моделировании и оптимизации дорожного движения.

Самым доступным инструментом аналитического моделирования является табличный процессор Microsoft Excel. Возможности этой среды для создания моделей обеспечиваются наличием инструментов анализа, большого количества математических функций, реализацией численных методов, встроенной поддержки Visual Basic for Applications (VBA).

В статье рассматриваются вопросы разработки комплекса подпрограмм для моделирования и исследования дорожного движения на основе табличного процессора Microsoft Excel и языка визуально-событийного программирования VBA. Программная система Excel-VBA обладает широкими функциональными возможностями для решения различных по степени сложности задач моделирования [1].

Разработана математическая модель в виде задачи Коши для системы двух обыкновенных дифференциальных уравнений относительно скорости автомобиля v и пройденного им пути S с начальными условиями $S(0)$ и $v(0)$:

$$\begin{cases} \frac{dS(\tau)}{d\tau} = v(\tau) + A_\varepsilon \varepsilon, \\ \frac{dv(\tau)}{d\tau} = \alpha(\tau) + A_\delta \delta, \\ S(0) = S_0, \\ v(0) = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где $S = S(\tau)$, $v = v(\tau)$ – выходные параметры системы;
 $\alpha = \alpha(\tau)$ – ускорение, входной параметр системы;
 $S(0) = S_0$, $v(0) = 0$ – начальные значения выходных параметров системы;

A_ε, A_δ – амплитуды аддитивных помех ε и δ , воздействующих на рассматриваемую динамическую систему, т.е. на параметры S и v соответственно.

Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений (1) реализовано в табличном процессоре Microsoft Excel на основе аппроксимации уравнений с помощью конечно-разностной схемы Кранка-Николсона второго порядка точности [2, 3]. Ниже представлен алгоритм решения уравнений в модели линейной динамической системы в общем виде:

$$\begin{cases} \dot{x} = ax + by + A_\varepsilon \varepsilon, \\ \dot{y} = px + qy + A_\delta \delta, \\ x(0) = x_0, \\ y(0) = y_0. \end{cases} \quad (2)$$

Конечно-разностная аппроксимация первого уравнения задачи Коши (2) имеет вид:

$$\frac{x_{k+1} - x_k}{d\tau} = a \frac{x_{k+1} + x_k}{2} + b \frac{y_{k+1} + y_k}{2} + A_\varepsilon \varepsilon,$$

$$(2 - ad\tau)x_{k+1} - bd\tau y_{k+1} = (2 + ad\tau)x_k + bd\tau y_k + 2d\tau A_\varepsilon \varepsilon = A.$$

Конечно-разностная аппроксимация второго уравнения задачи Коши (2) имеет вид:

$$\frac{y_{k+1} - y_k}{d\tau} = p \frac{x_{k+1} + x_k}{2} + q \frac{y_{k+1} + y_k}{2} + A_\delta \delta,$$

$$-pd\tau x_{k+1} + (2 - qd\tau)y_{k+1} = pd\tau x_k + (2 + qd\tau)y_k + 2d\tau A_\delta \delta = B.$$

Таким образом, получаем следующую систему линейных уравнений относительно x_{k+1} и y_{k+1} :

$$\begin{cases} (2 - ad\tau)x_{k+1} - bd\tau y_{k+1} = (2 + ad\tau)x_k + bd\tau y_k + 2d\tau A_\varepsilon \varepsilon = A, \\ -pd\tau x_{k+1} + (2 - qd\tau)y_{k+1} = pd\tau x_k + (2 + qd\tau)y_k + 2d\tau A_\delta \delta = B, \end{cases} \quad (3)$$

где корни уравнения x_{k+1} и y_{k+1} находятся с помощью метода Крамера.

Главный определитель системы имеет вид:

$$\Delta = \begin{vmatrix} (2 - ad\tau) & -bd\tau \\ -pd\tau & (2 - qd\tau) \end{vmatrix} = (2 - ad\tau)(2 - qd\tau) - bp(d\tau)^2.$$

Вспомогательные определители системы имеют вид:

$$\Delta_x = \begin{vmatrix} A & -bd\tau \\ B & (2 - qd\tau) \end{vmatrix} = A(2 - qd\tau) + Bbd\tau,$$

$$\Delta_y = \begin{vmatrix} (2 - ad\tau) & A \\ -pd\tau & B \end{vmatrix} = B(2 - ad\tau) + Apd\tau.$$

Следовательно, корни уравнения x_{k+1} и y_{k+1} имеют вид:

$$x_{k+1} = \frac{\Delta_x}{\Delta} = \frac{A(2 - qd\tau) + Bbd\tau}{(2 - ad\tau)(2 - qd\tau) - bp(d\tau)^2},$$

$$y_{k+1} = \frac{\Delta_y}{\Delta} = \frac{B(2 - ad\tau) + Apd\tau}{(2 - ad\tau)(2 - qd\tau) - bp(d\tau)^2}.$$

На следующем этапе работы полученное решение уравнений использовано для исследования движения автомобиля.

Автомобиль, обладая инерцией, достигает желаемой скорости движения не сразу, а в течение некоторого времени, что позволяет задать инерционный характер зависимости скорости от времени. Это дает возможность построить математическую модель такого движения в виде модели апериодического (инерционного) звена первого порядка.

Апериодическим (инерционным) звеном первого порядка называется такое звено, у которого связь между выходом и входом определяется линейным дифференциальным уравнением первого порядка.

Изменение во времени параметров апериодического звена описывается с помощью обыкновенного дифференциального уравнения:

$$T\dot{v}(\tau) + v(\tau) = V, \quad (4)$$

где T – постоянная времени запаздывания, характеризующая инерционность звена;

τ – время;

$v(\tau)$ – выходная величина;

V – входная величина.

Применительно к движению автомобиля выходной величиной $v(\tau)$ является его скорость, развиваемая при разгоне, а входной величиной V – постоянная скорость, которую нужно достигнуть после разгона.

Решение уравнения (4) с $v(0) = 0$ имеет вид:

$$v(\tau) = V(1 - e^{-k\tau}), \quad (5)$$

где $k = \frac{1}{T}$.

Ускорение в этом случае выражается с помощью соотношения:

$$\alpha(\tau) = \dot{v}(\tau) = Vke^{-k\tau}. \quad (6)$$

Скорость движения автомобиля, определяемая соотношением (5), может быть получена путем интегрирования ускорения (6):

$$v(\tau) = \int_0^{\tau} \alpha(\xi) d\xi + v_0. \quad (7)$$

С учётом того, что $v_0 = 0$, получаем следующее соотношение для скорости:

$$v(\tau) = \int_0^{\tau} Vke^{-k\xi} d\xi = -Ve^{-k\xi} \Big|_0^{\tau} = -V(e^{-k\tau} - 1) = V(1 - e^{-k\tau}). \quad (8)$$

Далее на основе соотношения (8) получаем выражение для расчёта пройденного пути:

$$\begin{aligned} S(\tau) &= \int_0^{\tau} v(\xi) d\xi + S_0 = \int_0^{\tau} V(1 - e^{-k\xi}) d\xi + S_0 = V \left(\xi + \frac{1}{k} e^{-k\xi} \right) \Big|_0^{\tau} + S_0 \\ &= V \left(\tau + \frac{1}{k} (e^{-k\tau} - 1) \right) + S_0. \end{aligned} \quad (9)$$

Гармоническая деформация скорости движения автомобиля может рассматриваться как пример внешнего колебательного затухающего воздействия на движение автомобиля в рамках осуществления имитационного моделирования и выражается с помощью соотношения:

$$v = v(\tau) + \sin \omega\tau \cdot e^{-\gamma\tau}, \quad (10)$$

где ω – частота воздействующего гармонического сигнала, отражающего характер влияния природно-климатических условий;

γ – параметр затухания воздействующей гармоника.

Таким образом, в работе построена имитационная модель, допускающая использование воздействующих помех с разными законами распределения случайных величин. В созданном Excel-VBA-приложении реализовано решение задачи имитационного моделирования движения автомобиля как инерционного объекта, математической моделью которого является задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

На рисунке 1 представлена графическая визуализация зависимостей пройденного пути S , скорости v и ускорения α от времени τ в безразмерных координатах при воздействии помех на движение автомобиля.

Таким образом, в работе в рамках имитационного моделирования с использованием алгоритма вычислений на основе конечно-разностной схемы Кранка-Николсона и его реализации в табличном процессоре Microsoft Excel решена поставленная задача Коши (1) для СОДУ.

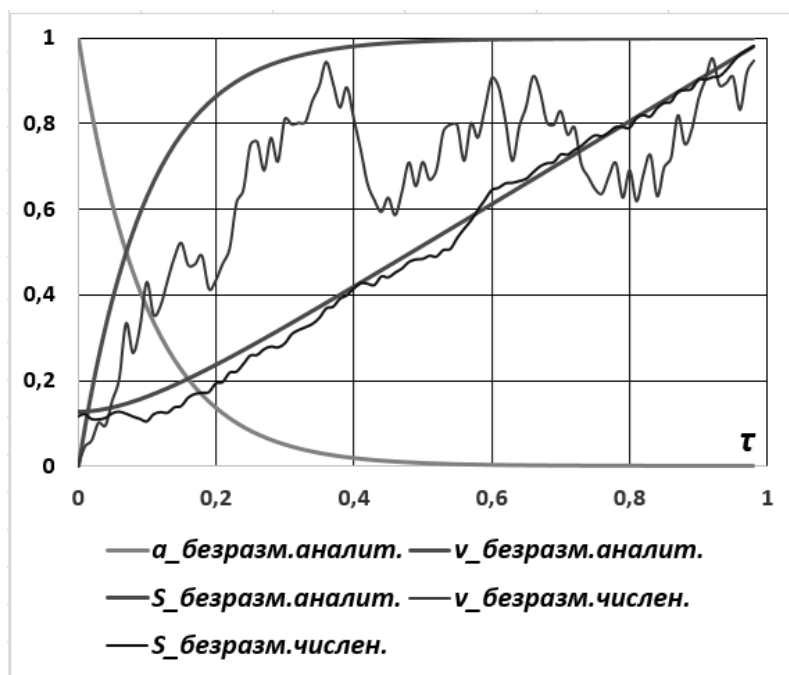


Рисунок 1 – График зависимостей пройденного пути S , скорости v и ускорения a от времени τ в безразмерных координатах

На основе этого изучено движение автомобиля при условии воздействия помех как на скорость движения автомобиля за счет влияния природно-климатических условий, так и на его ускорение за счёт влияния на работу двигателя внутреннего сгорания параметров его эксплуатационных характеристик.

Библиографический список

1 Калашников С. Н. Математическое моделирование тепломассообменных процессов в металлургических агрегатах на основе объектно-ориентированной технологии [Текст] : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.13.18 / С. Н. Калашников ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2002. – 330 с.

2 Sunday F. Crank Nicolson Method for Solving Parabolic Partial Differential Equations / F. Sunday, O. H. Edogbanya, C. Z. Samuel // International Journal of Applied Mathematics and Modeling IJA2M. – 2013. – Vol.1, № 3. – pp. 8-23.

3 Omowo B. J. Crank-Nicolson and Modified Crank-Nicolson Scheme for One Dimensional Parabolic Equation / B. J. Omowo, I. O. Longe // International Journal of Applied Mathematics and Theoretical Physics. – 2020. – Vol 6. № 3. – pp. 35-40.

ОДНОТАКТНОЕ БЛОЧНО-СИНХРОННОЕ КЛЕТОЧНО-АВТОМАТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ МАССООБМЕНА В УГОЛЬНОМ ПЛАСТЕ

Немцев А.Ю.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Калашников С.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: alexg02r02l@gmail.com*

Работа посвящена клеточно-автоматному моделированию на основе класса клеточных автоматов с окрестностью Марголуса. Выполнено моделирование процесса кинетики газовой выделенности в конечном объеме угля, включающем в себя: конвекцию, диффузию, сорбцию. Для организации подобного рода эволюционного процесса метод клеточно-автоматного моделирования был дополнен методом Монте-Карло.

Ключевые слова: клеточный автомат, окрестность Марголуса, метод Монте-Карло, диффузия, конвекция, сорбция, пористая среда, уголь.

Во многих случаях необходимо учитывать внутренние свойства материала, среди которых главные: морфология среды и характер взаимодействия стенок пор с проходящим через них газом или жидкостью. А рассмотрение пористых материалов как сплошных сред, характеризуемых определенным коэффициентом пористости, не удовлетворяет исследователей горных пород. Так как вычислительные мощности современных суперкомпьютеров позволяют решить эту задачу, поэтому нужны новые модели для раскрытия полного их потенциала, а конкретно клеточные автоматы. Поэтому в данной статье предлагается вероятностный клеточный автомат, конфигурация которого имитирует три вида движений частиц: конвекцию под действием внешней силы, диффузию (растекание) и взаимодействие со стенками.

Рассмотрим модель кинетики газовой выделенности в конечном объеме угля. Изотерма сорбции описывается уравнением Ленгмюра. Конечный объем угля с порами, содержащий сорбированный газ характеризуется равномерным распределением микропор по объему. Перенос газа внутри конечного объема осуществляется диффузией и конвекцией.

Математическая постановка соответствующей двумерной задачи [1]:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\vec{v} \left(\frac{\partial c}{\partial x} + \frac{\partial c}{\partial y} \right) + D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right), \quad (1)$$

$$c(x, y, t_0) = c_0(x, y), \quad (2)$$

$$c(x,y,t) = \frac{abP(t)}{1+aP(t)}, (x,y) \in \Gamma, \quad (3)$$

- где \vec{v} – вектор скорости;
 c – концентрация сорбированного газа;
 D – коэффициент диффузии;
 P – давление газа;
 C_0 – начальное значение концентрации;
 a, b – коэффициенты уравнения Ленгмюра;
 Γ – поверхность частицы.

Клеточный автомат (КА) может мыслиться как стилизованный мир, в котором пространство представлено равномерной сеткой, а каждая клетка кодируется конечным числом битов, время дискретно [2]. Законы перехода состояний клетки, определяют состояние каждой клетки на текущем шаге по ее состоянию и состоянию ее соседей на предыдущем шаге по времени. Соседние клетки образуют ее окрестность [3] (фон Неймана или Мура), КА с окрестностью Марголуса может быть преобразован в обычный КА.

КА с окрестностью Марголуса [1] – состояния клеток: 0 или 1; на каждом такте: вся область разбивается на блоки по 4 клетки, клетки блока меняются состояниями равномерно по или против часовой стрелки, итерация состоит из двух тактов четного и нечетного; два способа обработки крайних клеток: замыкание (тор), не обрабатываются.

На рисунке 1 проиллюстрировано изменение состояний в одно- и двухтактном исполнении обмен происходит равномерно по часовой и против часовой стрелки, внутри блока и однотактном исполнении равномерно обмен происходит или в верхнем, или в нижнем блоке с пересечением в одной клетке, равномерно по часовой и против часовой стрелки.

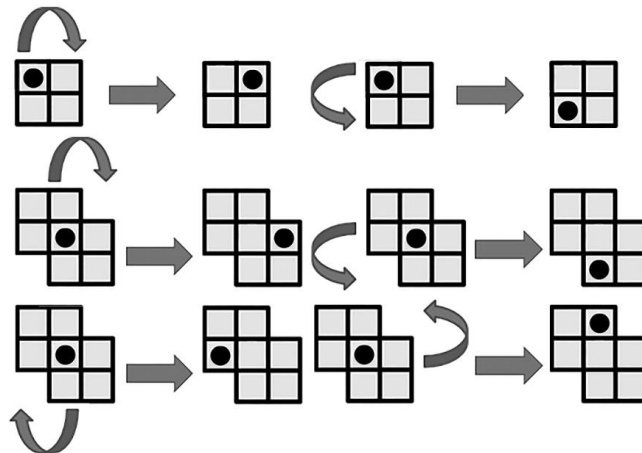


Рисунок 1 - Изменение состояния клетки

На рисунке 2 изображена схема разбиения массива клеток КА с окрестностью Марголуса в одно- и двухтактном исполнении, со способом обработки крайних клеток – замыкание. Замыкание реализуется не изменением функции перехода крайних клеток, а дополнительным контуром из

клеток конфигурация которого зависит от окрестности КА, с помощью этого контура можно задать обработку краевых клеток замыкание (тор) равен граничными с контуром клеток с обратной стороны, контур выделен контурной линией.

2D-модель КА с окрестностью Марголуса кинетики газовыделения (1) с краевыми условиями (2), (3) – КА с множеством имен $M = \{(i,j) : i=0,1,\dots,g; j=0,1,\dots,l\}$ и с шаблоном соседства $\tau(i,j) = \{(i,j), (i+1,j), (i+1,j+1), (i,j+1)\}$ Функция $v(i,j)$ может рассматриваться как булев клеточный массив $\Omega_B = \{(v_m, m)\}$ в котором клетка - это пара символов (v_m, m) , где v_m – переменная состояний, а $m \in M$ - имя клетки из множества имен M , обозначенных парой координат (i,j) в случае 2D-декартова пространства, а в общем случае - одним символом m . Область значений переменных состояний $v_m \in B$, где $B = \{0,1\}$ – алфавит состояний.

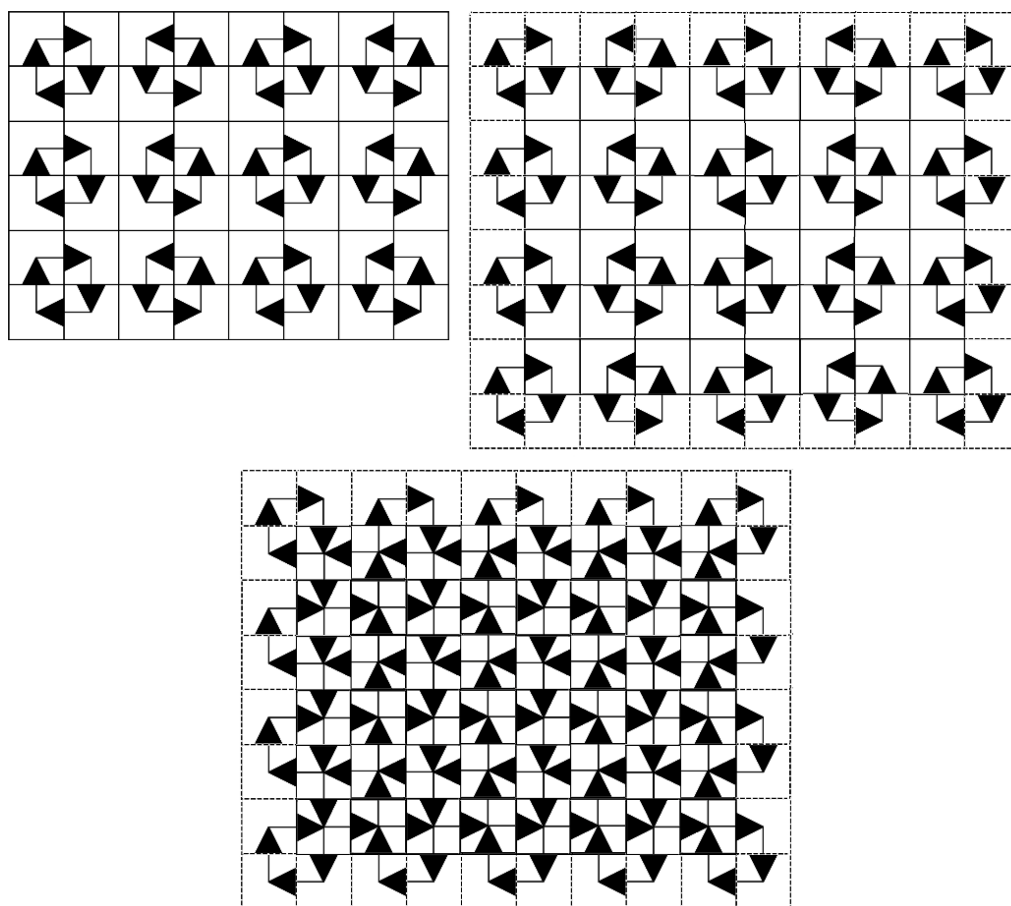


Рисунок 2 - Схема разбиения массива клеток КА с окрестностью Марголуса

Правило перехода для «свободного газа»:

$$(v_G(i,j)) = \begin{cases} (1,(i,j)), & \text{если } rand < p_G, \\ (0,(i,j)), & \text{если } rand \geq p_G, \end{cases}$$

где $p_c \leq \frac{1}{2}$ – вероятность наполненности клетки молекулой газа $(v_c, (i, j))$ для всего массива «свободного газа». Чем больше p_c тем больше давление «свободного газа».

Пример одного из правил перехода (остальные могут быть построены по аналогии) для диффузии газа в «твердом теле» без учета граничного условия (3):

$$\begin{aligned} & \{(v_4(i-1, j)), (v_5(i-1, j-1)), (v_6(i, j-1)), \\ & , (v_0(i, j)), (v_1(i+1, j)), (v_2(i+1, j+1)), (v_3(i, j+1))\} = \\ & \{(v_4(i-1, j)), (v_5(i-1, j-1)), (v_6(i, j-1)), \\ & , (v_3(i, j)), (v_0(i+1, j)), (v_1(i+1, j)+1), (v_2(i, j+1))\}. \end{aligned}$$

Вероятность взаимодействия клетки $(v_0(i, j))$ с клетками соседями для «твердого тела» при диффузии, т.е. поворот равновероятный по или против часовой стрелки, равновероятна. Ряд наиболее известных КА-моделей диффузии описан в [4]. Там же впервые получена величина коэффициента диффузии для этой КА-модели, который в двумерном случае $D = \frac{1}{2}$. Строгое математическое доказательство аппроксимации оператора Лапласа в дифференциальном уравнении диффузии дано в [5] для КА с окрестностью Марголуса. Изменяя величину вероятности взаимодействия клетки, можно моделировать процесс диффузии в широком диапазоне [6].

Пример одного из правил перехода (остальные могут быть построены по аналогии) для диффузии газа в «твердом теле» на границе со «свободным газом», т.е. с учетом граничного условия (3):

$$\begin{aligned} & \{(v_4(i-1, j)), (v_5(i-1, j-1)), (v_6(i, j-1)), \\ & , (v_0(i, j)), (v_G(i+1, j)), (v_G(i+1, j+1)), (v_3(i, j+1))\} = \\ & \{(v_4(i-1, j)), (v_5(i-1, j-1)), (v_6(i, j-1)), \\ & , (v_3(i, j)), (v_G(i+1, j)), (v_G(i+1, j)+1), (v_0(i, j+1))\}. \end{aligned}$$

Правило перехода для конвекции газа в «твердом теле» без учета граничных условий (3):

$$\{(v_0(i, j)), (v_1(i+1, j))\} \xrightarrow{p_c} \{(v_1(i, j)), (v_0(i+1, j))\},$$

где p_c – вероятность взаимодействия клетки $(v_0(i, j))$ с клетками соседями для «твердого тела» при конвекции. Вероятность p_c принимается равной или близкой к 1, так как это самое быстрое действие. Меняя координаты соседней клетки можно менять направления вектора скорости конвекции. Изменяя вероятность $p_{D/C} \leq \frac{1}{2}$ настраивается отношение диффузии к конвекции, при данном значении одна

диффузия к одной конвекции, чем строится суперпозиция вероятностная вместо последовательной..

Правило перехода для конвекции газа в «твердом теле» на границе со «свободным газом»:

$$\{(v_0(i,j)),(v_0(i+1,j))\} \xrightarrow{P_c} \{(v_0(i,j)),(v_0(i+1,j))\}.$$

На рисунке 3 показаны результаты моделирования кинетики газовой выделенности в конечном объеме угля с 4 микропорами. Использована 2D-модель КА с окрестностью Марголуза в одноклеточном исполнении, со способом обработки крайних клеток – замыкание. Размеры всего массива 16x16 клеток, один массив со «свободным газом» 4x4. На границах «твердое тело – газ» применялось условие (3). Клетки с толстыми черными границами «твердое тело», клетки с тонкими границами «твердое тело – газ», клетки с бледно серыми границами «свободный газ». Серые клетки – наличие молекулы газа (заполненные), белые клетки – отсутствие молекулы газа (незаполненные).

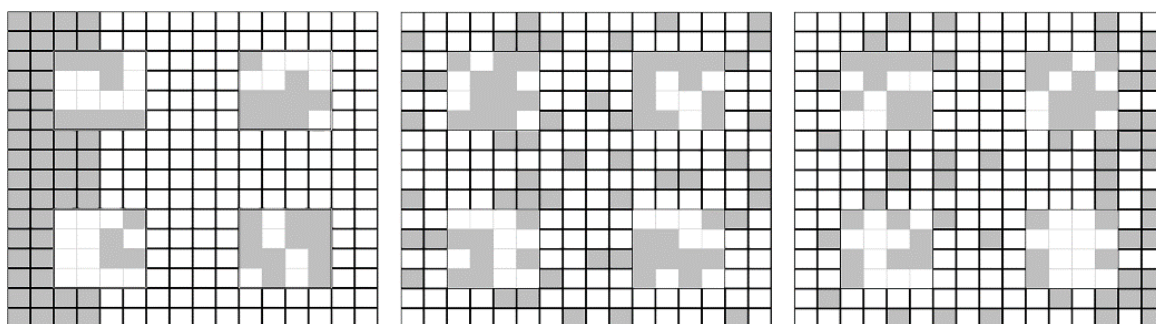


Рисунок 3 - Результаты клеточно-автоматного моделирования массообмена в конечном объеме угля: начальное состояние; тридцать девятый шаг; сто двенадцатый такт

Соответствующий алгоритм решения уравнения применим для исследования других физических процессов, тепло- и электропроводности, магнитных и электромагнитных потоков и др.

Результаты проведенных численных экспериментов показали, что клеточные автоматы обладают рядом возможностей с точки зрения качественного моделирования газодинамических процессов.

Разработанная методология компьютерного моделирования эволюции состояний конечного объема угля предусматривает использование клеточно-автомата как инструмента для исследования.

Использование дополнительных краевых клеток для реализации внешних краевых условий и способа обработки краевых клеток упрощает их замену, так как нужно заменить лишь их, вместо замены переходных функций краевых клеток, что удобнее и быстрее.

Библиографический список

1. Sahimi M. Flow phenomena in rocks: from continuum models to fractals, percolation, cellular automata, and simulation annealing // *Review in Modern Physics*. 1993. Vol. 65. № 4. Pp. 1393–1534.
2. Фон Нейман Дж. Теория самовоспроизводящихся автоматов. М.: Мир, 1971. 326 с.
3. Тоффли Т., Марголус Н. Машины клеточных автоматов. М.: Мир, 1991. 278 с.
4. Bandman O. Comparative study of cellular automata diffusion models // *Lecture Notes in Computer Science*. Berlin: Springer. 1999. P. 395.
5. Малинецкий Г.Г., Степанцов М.Е. Моделирование диффузионных процессов клеточными автоматами с окрестностью Марголуса // *Ж. вычисл. матем. и матем. физ.* 1998. Т. 36. № 6. С. 1017–1021.
6. Бандман О.Л. Клеточно-автоматные модели пространственной динамики // *Системная информатика*. 2006. № 10. С. 59–113.

II АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА (АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИЯ, СЕТИ, ЭКОНОМИКА)

УДК 727.054.011

АНАЛИЗ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ШКОЛЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПОСТПЕРЕСТРОЕЧНОЙ РОССИИ

Богданова Д.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Столбоушкин А.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: bogdanovads@mail.ru*

В статье представлены укрупненные схемы объемно-планировочного решения средней общеобразовательной школы в зависимости от изменения требований и условий функционирования государства с учетом внешних воздействий. Приведены результаты анализа проектных решений школы, функционировавшей в стандартных условиях «доперестроечных» времен, и современной школы начала 20–х годов.

Ключевые слова: объемно-планировочное решение школы, функциональная схема, разделение людских потоков, безопасные условия эксплуатации, дистанционное обучение.

Проектные решения планировки общеобразовательных школ претерпели значительные изменения в современных условиях постперестроечной России. Эти изменения коснулись практически всех сфер деятельности образовательного учреждения, начиная с функциональной схемы и заканчивая оборудованием школьной столовой.

Особые требования по функциональному разделению людских (школьных) потоков, исключающему их пересечение и возможное взаимодействие, связаны с событиями последних лет, и, прежде всего, из-за пандемии COVID-19.

В этом направлении для системы школьного образования можно выделить различные способы, повышающие уровень безопасности и изоляции учеников. При разработке базового объемно-планировочного решения школы можно использовать следующие принципиальные изменения:

- *быстрая трансформация внутреннего пространства* и помещений школы в зависимости от различных факторов;
- *«насыщение» учебных заведений электронными досками* с интерактивным контентом, обучающими программами, компьютерами и планшетами, высокоскоростным интернетом;
- *оснащение здания школы ультрасовременными системами вентиляции, очистки и обеззараживания воздуха, средствами индивидуальной защиты;*
- *кардинальное повышение уровня системы комплексной безопасности*

учебного заведения.

С учетом новых вызовов, включая эпидемиологическую обстановку в мире и агрессивную геополитическую политику западных стран, строительство новых современных школ, отвечающих вышеперечисленным принципам, становится особенно актуальным в период постперестроечной России.

Цель работы заключается в разработке и анализе проектных решений общеобразовательного учебного заведения в современных постперестроечных условиях.

Результаты и обсуждение. Основными регламентирующими документами системы образования является Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», Федеральные государственные образовательные стандарты, Национальный проект «Образование» и др. [1]. В перечисленных документах определены задачи школьного образования, набор учебных предметов, требования к обучающей организации и др.

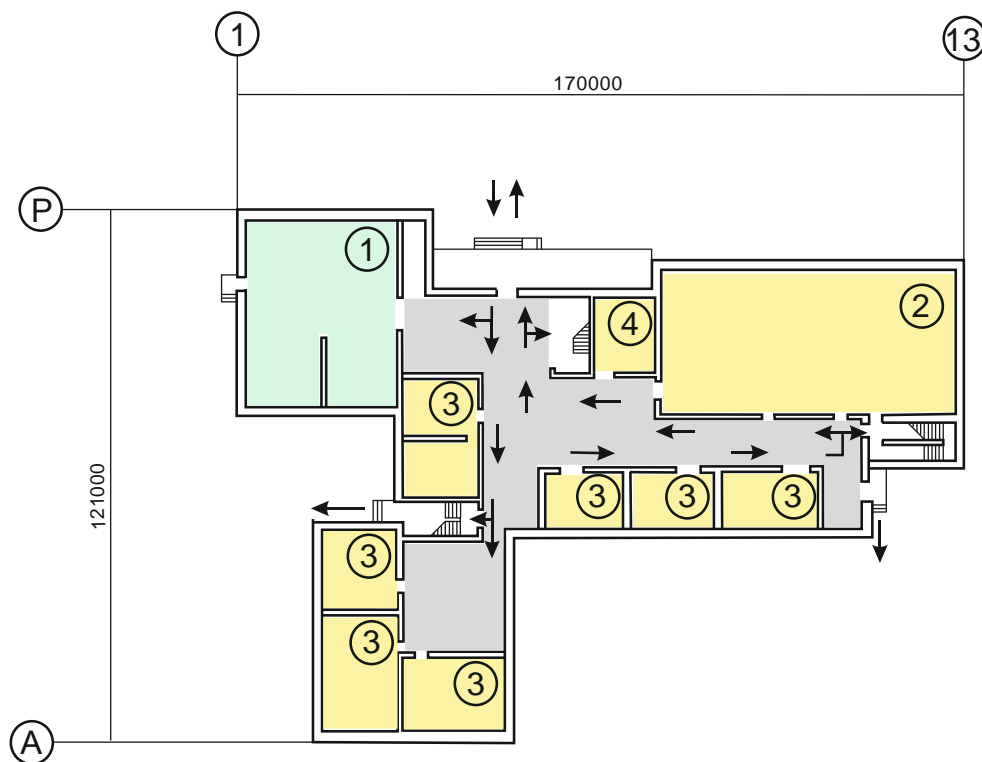
Анализ нормативно-регламентирующей документации позволил авторам определить стандартный набор функциональных помещений и участков, необходимых для организации образовательного процесса:

- *учебные кабинеты с автоматизированными рабочими местами обучающихся и педагогических работников, лекционные аудитории;*
- *помещения для занятий учебно-исследовательской и проектной деятельностью, моделированием и техническим творчеством, музыкой, хореографией и изобразительным искусством;*
- *информационно-библиотечные центры с рабочими зонами, оборудованными читальными залами, книгохранилищами и медиатекой;*
- *актовые и хореографические залы;*
- *спортивные сооружения;*
- *помещения для питания обучающихся, а также для хранения и приготовления пищи;*
- *помещения медицинского назначения;*
- *административные и иные помещения, оснащённые необходимым оборудованием, в том числе для организации учебной деятельности с детьми-инвалидами и детьми с ограниченными возможностями здоровья;*
- *гардеробы, санузлы, места личной гигиены;*
- *помещения, предназначенные для хозяйственно-бытовых нужд и хранения инвентаря.*

Предусмотрены требования к обеспечению техническим оснащением для учебного процесса, мебелью, хозяйственным инвентарём. В школе должны быть созданы кадровые, материально-технические и другие условия, обеспечивающие развитие образовательной инфраструктуры в соответствии с требованиями времени [2].

При проектировании учебного заведения в современных постперестроечных условиях был проведен сравнительный анализ его планировки с функциональной схемой и объемно-планировочным решением школы советских времен.

На рисунке 1 приведена планировка «доперестроечной» школы. Из основных помещений показаны учебные классы и лаборатории, спортивный зал, входная группа и 2 запасных выхода, гардероб, лестничные площадки для перехода на второй этаж. Направление стрелок указывает движение людей внутри школы. В настоящее время круговое движение и пересечение людских потоков является нежелательным, а в случае пандемии даже недопустимым, так как нарушает карантинные требования.



1 – гардероб; 2 – спортивный зал с комнатой для хранения инвентаря;
3 – учебные классы и лаборатории; 4 – служебное помещение

Рисунок 1 – Укрупненная функциональная схема 1-го этажа общеобразовательной школы советских времен

По мнению авторов, в современных условиях постперестроечной России организация базового школьного обучения должна идти по следующим основным направлениям: техническое оснащение, безопасность, логистика и функционал, цифровизация. При этом в упрощенном изложении общеобразовательная школа должна иметь:

- современное техническое оснащение и оборудование;
- комплексную систему безопасности;
- организацию людских потоков, обеспечивающую максимальное ограничение людских контактов;
- современные цифровые технологии обучения [3].

При разработке современной школьной планировки необходимо обеспечить четкую организацию и взаимосвязь функциональных процессов с учетом вышеперечисленных направлений развития [4]. На рисунке 2 изображен схема-

тичный план школы, обеспечивающий реализацию этих направлений.

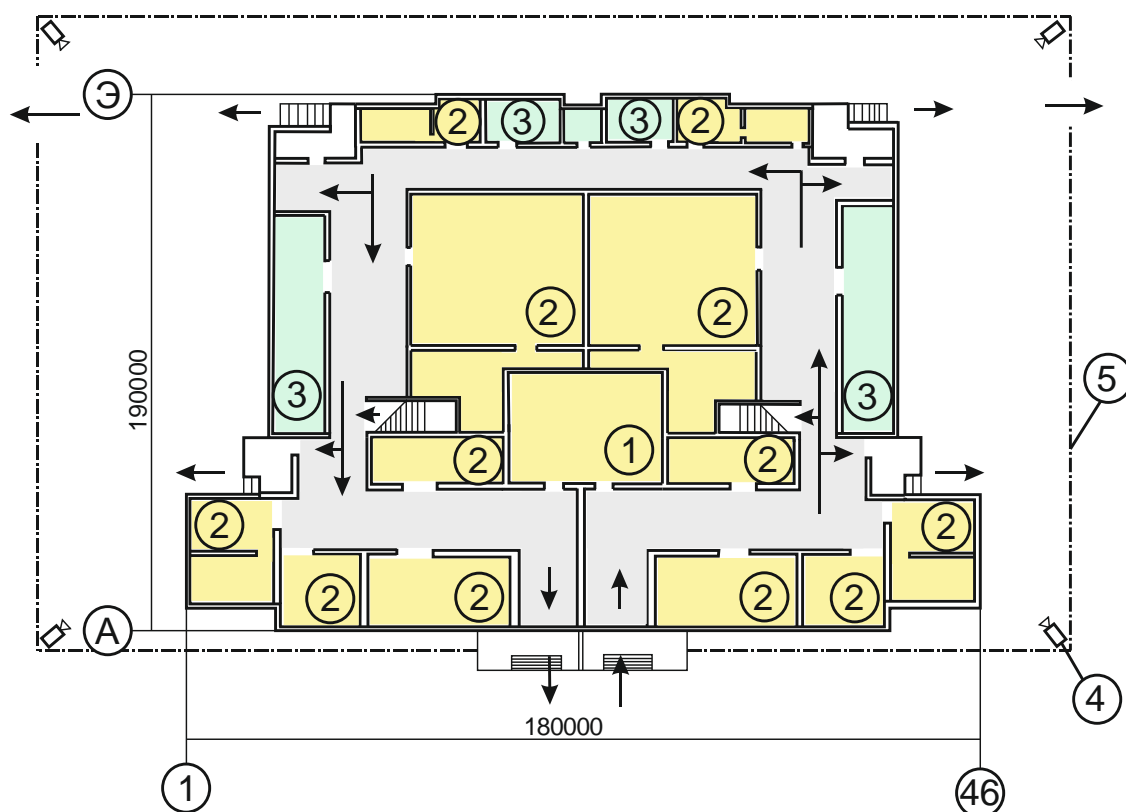


Рисунок 2 – Укрупненная функциональная схема 1-го этажа современной общеобразовательной школы: 1 – гардероб; 2 – спортивный зал, комната хранения инвентаря, учебный (лабораторный) класс; 3 – раздевалка, уборная, душевая; 4 – система видеонаблюдения; 5 – комплексное защитное ограждение

На плане запроектированы классы и кабинеты персонала, лаборатории, гардеробная, 2 спортивных зала с примыкающими комнатами хранения инвентаря, санузлы, раздевалки и душевые, входная группа с разделением потоков и 4 запасных выхода. Территория школы надежно защищена от несанкционированных внешних воздействий. Функциональная схема организована таким образом, чтобы обеспечить разделение людских потоков, препятствующие их пересечению.

Заключение. Сравнительный анализ планировочного решения школьных объектов показал, что проектирование школ в современных условиях постперестроечной России необходимо проводить с учетом геолого-климатических особенностей района строительства. При разработке проекта необходимо учитывать следующие факторы:

- функциональная схема должна обеспечивать организацию людских потоков с их минимальным пересечением, при этом следует использовать принципы быстрой трансформации внутреннего пространства школы;

- конструктивная и функциональная схемы должна обеспечивать комплексную безопасность здания, при этом необходимо организовывать эшелонированные уровни защиты, начиная с внешнего периметра объекта;

- *строительные конструкции и изделия* должны быть изготовлены из строительных материалов, отвечающим требованиям пожарной и экологической безопасности обучающихся и педагогов;

- *организация внутреннего пространства* школы, его габариты, вертикальные и горизонтальные коммуникации должны быть максимально адаптированы под использование современного технического оборудования оснащения помещений;

- *инженерные системы здания* должны позволять применение современных цифровых технологий на всех этапах пребывания в школе и уровнях осуществления учебного процесса.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 11.06.2022) "Об образовании в Российской Федерации" [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://www.zakonrf.info/zakon-ob-obrazovanii-v-rf/> (дата обращения 20.06.2022).

2. Национальная образовательная инициатива "Наша новая школа" [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902210953> (дата обращения 20.06.2022).

3. Иванова Е.В., Виноградова И.А. Разработка многофункциональной модели школьного пространства // Методист. – 2017. – № 6. – С. 32-36.

4. Ключко А.Р., Коровина Е.И. Развитие архитектуры школьных зданий в России и в мире // Architecture and Modern Information Technologies. – 2017. – № 2 (39). С. 98-113.

УДК 666.7-026.613

НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ КРИТИЧНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦВЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Пикарева М.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Столбоушкин А.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: ta_taxa@mail.ru*

Обозначены основные проблемы, объективные и субъективные факторы, влияющие на определение цвета человеком в видимой области спектра электромагнитных колебаний. Приведены характеристики палитры цифровой системы оценки цвета RGB и CMYK. Установлена необходимость разработки критичных условий при определении цифровых параметров цвета строительных материалов.

Ключевые слова: аддитивные модели, критичные условия для опреде-

ления цвета, цветовой стандарт, алгоритм цифровой оценки цвета.

Актуальность работы

Необходимость точного определения цвета различных материалов всегда была актуальной, в некоторых отраслях промышленности цвет является показателем качества вещества. Особую остроту эта проблема приобрела в современный, так называемый, цифровой век, где наряду с показателями качества на первый план выходят декоративные свойства материалов. Применение наиболее простого визуального метода определения цвета, основанного на соответствии окраски образца эталону, является неточным, так как зависит от индивидуальных особенностей зрения наблюдателя [1]. Например, не все люди отчетливо различают цвета и оттенки. Кроме того, при длительной непрерывной работе с оптикой утомляются глаза, при этом снижаются объективность и достоверность результатов сравнительного анализа [2].

Совсем по-другому происходит оценка цвета и света материала при использовании технических устройств, чувствительных к свету. С точки зрения строительной физики цветное восприятие предмета глазом человека зависит от отражения поверхностью материала части спектра падающего на нее видимого белого света (электромагнитные колебания с длиной волны в диапазоне 380-780 нм). В первую очередь, здесь происходит фиксация энергии электромагнитных волн, которая в свою очередь зависит от их частоты и амплитуды. Светочувствительные детекторы фиксируют эту энергию, а дальше происходит процесс перевода полученной информации в двоичный цифровой код для дальнейшей обработки и анализа.

Очевидно, что с точки зрения объективной оценки цветовых характеристик материалов современные цифровые технологии, где вместо человеческого глаза используются оптические устройства, являются более совершенными, так как позволяют исключить проблемы, связанные с индивидуальными особенностями людей.

К сожалению, на современном этапе в строительном материаловедении не существует общепринятой системы оценки и характеристики цветов, поэтому создание системы точного определения и оценки цвета строительных материалов является актуальным.

Постановка задачи для проведения исследований

Сегодня существуют различные цифровые системы оценки цвета, наиболее распространенными из которых являются RGB, SMYK, LAB и др. Все они основаны на присвоении каждому цвету цифрового кода. Например, система RGB является трехмерным цветовым пространством, где цвет характеризуется сочетанием из трех координат, каждая из которых отвечает компоненте цвета в разложении на красный (RED), зеленый (GREEN) и синий цвета (BLUE).

На рисунке 1 и в таблице 1 приведены характеристики так называемых «чистых» каналов, давших название этой системе – RGB.

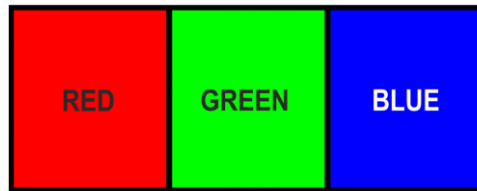


Рисунок 1 – Цветовая палитра RGB

Таблица 1 - Характеристика палитры цифровой системы оценки цвета RGB

№ п/п	Название цвета	Аддитивная цветовая модель		
		RGB		
		R	G	B
1	Red	255	0	0
2	Green	0	255	0
3	Blue	0	0	255

На рисунке 2 и в таблице 2 приведены характеристики системы SMYK, которая представляет собой четырехмерное цветовое пространство и раскладывается на голубой (CYAN), пурпурный (MAGENTA), желтый (YELLOW) и черный (BLACK) каналы.



Рисунок 2 – Цветовая палитра SMYK

Таблица 2 - Характеристика палитры цифровой системы оценки цвета SMYK

№ п/п	Название цвета	Аддитивная цветовая модель			
		СМYK			
		C	M	Y	K
1	Cyan	94	7	4	0
2	Magenta	5	95	7	0
3	Yellow	8	0	87	0
4	Key color (black)	58	46	41	95

Результаты и обсуждение.

Ранее авторами были проведены исследования, которые позволили разработать аддитивную цифровую модель оценки цвета [3]. При разработке цветовой палитры были использованы две системы синтеза цвета, основанные на аддитивных цветовых моделях RGB и SMYK.

В модели дополнительно был использован белый цвет, синтезированный в результате сложения трех цветовых каналов RGB. Характеристика цифровых параметров цветов представлена в таблице 3. Результаты визуализации цветовой палитры приведены на рисунке 3.

Методика определения цифровых параметров цвета исследуемых лабораторных образцов заключалась в определении цифровых показателей цветовых каналов разработанной палитры (рисунок 3) при помощи программного обеспечения. При этом использовались поправки на условия освещенности, учитывались особенности светочувствительной матрицы цифровой фотокамеры, конструкция и характеристики тонера печатающего устройства.

Процесс определения цвета исследуемого образца заключался в следующем:

- на первом этапе проводилась одномоментная фотосъемка объекта совместно с отпечатком разработанной оригинальной палитры при одинаковых условиях освещения;

- на втором этапе полученные изображения палитры и образца обрабатывались в графическом редакторе (Corel, Adobe и др.) с использованием функции сглаживания для получения равномерной характерной окраски образца при достаточно высоком разрешении изображения (300 dpi и более);

- на третьем этапе проводилось сопоставление и идентификация цифровых параметров цвета с использованием разработанного программного обеспечения (Color Evaluator).

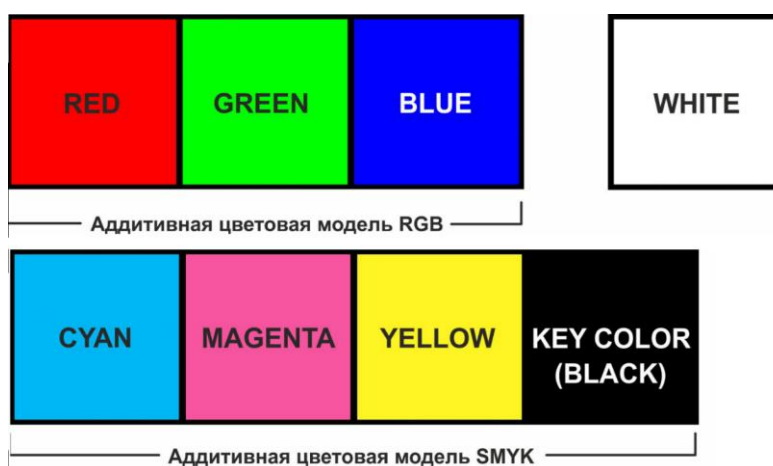


Рисунок 3 – Оригинальная цветовая палитра, синтезированная цифровым способом

Таблица 3 - Характеристика цветовой палитры в зависимости от способа синтеза цвета

№ п/п	Название цвета	Аддитивная цветовая модель						
		RGB			CMYK			
		R	G	B	C	M	Y	K
1	Сяан	0	183	244	94	7	4	0
2	Magenta	246	85	160	5	95	7	0
3	Yellow	255	243	36	8	0	87	0
4	Key color (black)	0	0	0	58	46	41	95

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Название цвета	Аддитивная цветовая модель						
		RGB			СМΥΚ			
5	Red	255	0	0	0	100	97	0
6	Green	0	255	0	91	0	100	0
7	Blue	0	0	255	83	72	0	0
8	White	255	255	255	0	0	0	0

Как показали исследования, при определении цвета образца цифровым методом имеют существенное значение различные объективные и субъективные факторы, которые оказывают влияние на конечный результат. Обобщенно можно выделить следующие основные факторы влияния:

– **свойства исследуемого объекта:**

- фактура и текстура материала;
- класс обработки поверхности объекта;
- наличие включений в составе материала;
- бликование поверхности предмета;
- наличие мелких и крупных пор и т. д.

– **технические характеристики фотоаппаратуры** и других цифровых устройств (принтер, сканер и др.):

- разрешение светочувствительной матрицы цифровой камеры;
- настройки съемки.

– **условия освещения:**

- источник освещения (искусственное, естественное, комбинированное освещение);
- количество источников света;
- расположение источников света по отношению к исследуемому объекту;
- параметры искусственного освещения (амплитуда, спектральная характеристика).

– **параметры и характеристики цифровой системы оценки цвета:**

- платформа системы RGB;
- платформа системы СМΥΚ;
- платформа системы LAB;

Заключение: При проведении литературного обзора выявлена актуальность цифровой оценки цветовых параметров строительных материалов. Существуют современные цифровые каталоги большинства цветов основных видов строительных изделий (RAL, СМΥΚ и др.). В результате выполненных исследований установлена необходимость разработки критичных условий определения цифровых параметров цвета, которые позволят свести к минимуму ошибки и погрешности при проведении эксперимента.

Библиографический список

1. Столбоушкин А.Ю. Оценка цветовой характеристики керамического кирпича на основе углистых аргиллитов // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2019. – № 5. – С. 483–489.
2. Чернов В.В. Атлас архитектурных расцветок / В.В. Чернов, А.А. Пеганов. – М.: Госуд. изд. архитектуры и градостроительства, 1950. – 21 с.
3. Езерский В.А. Количественная оценка цвета керамических лицевых изделий // Строительные материалы. – 2015. – № 8. – С. 76–80.
4. Умарова Н.Н., Ахметшина И.Р., Сопин В.Ф. и др. Стандартизация заводских эталонов цвета керамического кирпича // Вестник технологического университета. – КНИТУ, Казань. – 2015. – т. 18, в.1. – С. 235–239.
5. Варфоломеев Л.П. Элементарная светотехника / Л.П. Варфоломеев. – М.: Световые технологии, 2013. – 288 с.

УДК 728.222

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛОБЮДЖЕТНОГО ЖИЛЬЯ

Зайцева В.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Столбоушкин А.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: vika.golub1994@mail.ru*

В статье предоставлено сравнение планировочных решений малобюджетного жилья на современном этапе. Проанализированы общие недостатки проектных решений домов старой и современной постройки, такие, как отсутствие уникальной архитектуры, малое разнообразие планировок и недостаточная площадь квартир.

Ключевые слова: малобюджетное жилье, объемно-планировочное решение, функциональная схема, жилая секция, зонирование квартиры

Введение. Жилищный вопрос во все времена являлся проблемой молодого поколения, однако сегодня благодаря проектированию и строительству малобюджетного жилья, появилась возможность приобретения отдельного жилья практически для всех групп населения.

В современной России для повышения уровня и качества жизни молодых семей с возможностью приобретения собственного жилья существуют и разрабатываются различные программы государственной поддержки [1]. Все они входят в состав 12 национальных проектов страны [2]. Одним из важнейших нацпроектов, предопределивших исследования настоящей работы, является «Жилье и городская среда». Его ключевые цели – это увеличение продолжительности жизни, рост суммарного коэффициента рождаемости,

увеличение доли граждан, ведущих здоровый образ жизни и граждан, систематически занимающихся физической культурой и спортом.

В Кузбассе в рамках этого проекта департамент образования и науки Кемеровской области совместно с другими службами реализует региональный проект «Содействие занятости женщин – создание условий дошкольного образования для детей в возрасте до трех лет» [3].

Строительство малобюджетного жилья для молодых семей также особенно актуально в связи с неблагоприятной демографической ситуацией, сложившейся в России в силу целого ряда объективных и субъективных причин, перечень которых – тема отдельного исследования. Анализ динамики рождаемости последних десятилетий и изменений в структуре возрастных групп населения свидетельствует о том, что меры по повышению рождаемости, принятые государством, развеивают миф о так называемом «русском кресте» [4].

Цель работы заключалась в обосновании и необходимости разработки новых проектов многофункционального жилого дома с учетом современных демографической ситуации и требований к высококачественному жилищу.

Результаты и обсуждение. Исторически сложилось так, что на протяжении всего периода существования Советского Союза вопросы обеспечения людей жильем всегда стояли очень остро. После Великой Отечественной войны с целью решения жилищного кризиса в стране была развернута программа по массовому строительству типового жилья. Возводимые дома были предельно просты, функциональны и строились по типовым сериям. Однако обратной стороной медали стало обезличивание городов, стремительно заполнявшихся кварталами одинаковых домов с одинаковыми квартирами малых габаритов. У людей, переселявшихся из бараков, общежитий и коммуналок, на многие годы сформировалось отношение к жилью по принципу «пусть маленькое, но свое, отдельное» [5].

На сегодняшний день большая часть вновь возводимых домов – это квартиры так называемого «эконом-класса». Большинству семей с доходами ниже среднего уровня их доступность обеспечивается как относительно невысокой ценой, так и существующими социальными жилищными программами, принятыми на государственном уровне.

В качестве примера был рассмотрен проект 19-ти этажного жилого дома, который представляет собой прямоугольное в плане здание с габаритными осевыми размерами 22,2×27,6 м, имеет высоту 76,8 м и по функциональной схеме является одиночной секцией башенного типа с центральным куполом на крыше. В жилом доме запланировано устройство двухуровневого паркинга, первый находится на уровне цокольного этажа, второй – на уровне первого этажа здания.

Разработанный проект характеризуется следующими основными параметрами:

– *конструктивная схема здания* – бескаркасная с продольными и по-

перечными монолитными несущими стенами, толщина стен 220 мм;

- *фундаменты* – буронабивные свайные фундаменты с монолитным ростверком в виде сплошной плиты толщиной 1,2 м под всей площадью здания;
- *перекрытие* – монолитные железобетонные ребристые плиты и пролетами 3,6 до 10,8 м;
- *покрытие* – с теплым чердаком, малоуклонное, с внутренним водостоком и рулонной кровлей;
- *крыша* для основной части здания принята из рулонных битумнополимерных материалов, купол – из листовых штучных материалов (металлочерепица).

При проектировании был проведен сравнительный анализ различных вариантов объемно-планировочного решения жилого дома с функциональной адаптацией к нуждам молодой семьи. Ниже на рисунке 1 представлена схема 7-квартирного поэтажного плана жилого дома для молодых семей.

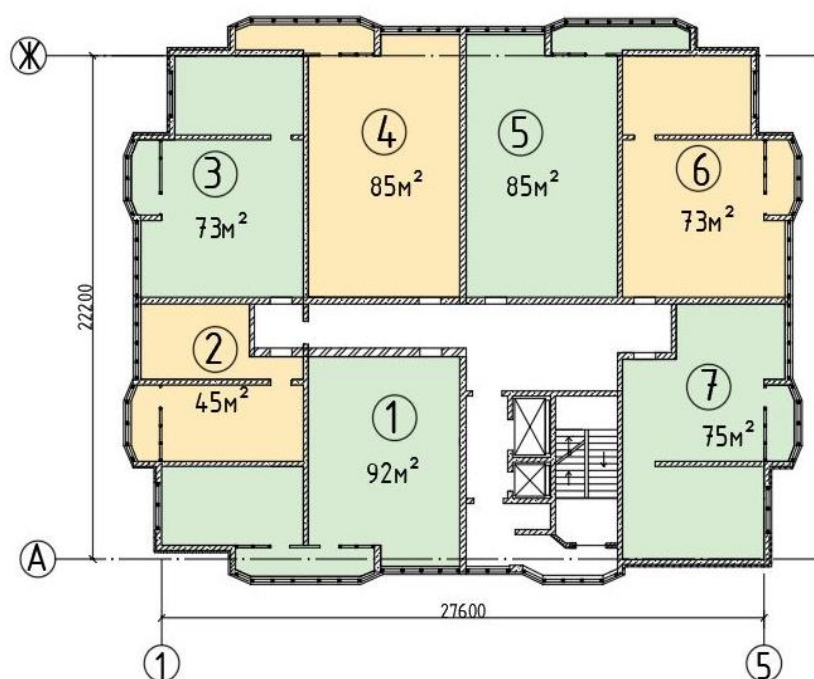


Рисунок 1– Схема 7-квартирного поэтажного плана жилого дома для молодых семей: 1-7 – квартиры общей площадью соответственно: 92 м²; 45 м²; 73 м²; 85 м²; 85 м²; 73 м², 75 м²

На рисунке представлен вариант планировки жилого дома башенного типа с центральным коммуникационным узлом. Лестнично-лифтовый узел имеет изолированную двухмаршевую лестницу и два лифта с разной грузоподъемностью. На каждом этаже расположено по 7 квартир различной планировки и площади. Квартиры имеют прихожую, кухню-столовую, санузлы, жилые и летние помещения. Также предусмотрены гардеробная площадь и внутриквартирные коридоры. Ниже приведена планировочная характеристика квартир:

1) *четырёхкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 5 м²; общая комната – 18 м²; спальная комната на одного человека

– 10 м²; спальная комната для брачной пары – 16 м²; спальная комната для однополоых детей – 16 м²; кухня-столовая – 12 м²; санузел – 6 м²; коридор – 9 м²;

2) *однокомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 4,8 м²; общая комната – 22 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 5,2 м²;

3) *двухкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 4 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната для брачной пары – 18 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 5,2 м²; коридор – 10,8 м²;

4) *трехкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 5 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната на одного человека – 12 м²; спальная комната для брачной пары – 18 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 6 м²; коридор – 9 м²;

5) *трехкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 5 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната на одного человека – 12 м²; спальная комната для брачной пары – 18 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 6 м²; коридор – 9 м²;

6) *двухкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 4 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната для брачной пары – 16 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 5,2 м²; коридор – 12,8 м²;

7) *двухкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 4 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната для брачной пары – 18 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 6,2 м²; коридор – 12,8 м².

Трансформируя пространство квартиры эконом-класса можно улучшить ее характеристики за счет расширения жилой (полезной) площади. Этого можно достичь путем изменения назначения малоиспользуемых проходных зон. Например, малофункциональный внутриквартирный коридор можно преобразовать в кухонную зону или кабинет, гардеробную или игровую.

При перепланировке пространства малой площади необходимо учитывать перспективу от точки входа до окна, визуально увеличивающую восприятие помещения. Такой же эффект зрительного увеличения объема достигается организацией открывающейся взгляду «длинной линии» за счет единой столешницы или ряда полок на всю длину стены.

На наш взгляд, перспективным представляется строительство жилых домов разнообразной архитектуры с предусмотренной проектной возможностью создания уникальных планировочных решений, максимально учитывающих предпочтения заказчика в виде каждой конкретной семьи.

Заключение. В результате проведенных исследований установлена актуальность проектирования и строительства малобюджетного жилья для молодых семей с учетом среднестатистических финансовой возможности и рыночной стоимости квадратного метра жилой площади.

Приведены различные приемы функциональной организации и визуальной трансформации малобюджетного жилья, включая цветовое решение внутреннего пространства, позволяющие улучшить рациональную организацию квартиры с небольшими габаритами и сделать ее удобной для проживания молодой семьи (брачная пара и дети).

Библиографический список

1. Указ президента РФ «Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» (с изменениями на 1 июля 2014 года) [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902064587> (дата обращения 20.06.2022).

2. Работа Правительства «Национальные проекты» [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <http://government.ru/rugovclassifier/section/2641/> (дата обращения 20.06.2022).

3. «Национальные проекты» в Кузбассе [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: https://kem-edu.ucoz.ru/index/nacionalnye_proekty/0-78 (дата обращения 20.06.2022).

4. Материал из Википедии — свободной энциклопедии «Русский крест (демография)» [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%81%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%82_\(%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%81%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%82_(%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F)) (дата обращения 20.06.2022).

5. Лин М.В. Современный дизайн. Пошаговое руководство. Техника рисования во всех видах дизайна: от эскиза до реального проекта: архитектура, ландшафтный дизайн, дизайн интерьеров, графический дизайн. /Пер. с англ. Бурмаковой О.П. – М.: АСТ, Астрель, 2012. – 199 с.

УДК 628.011.1

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛАНИРОВОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СОЦИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ЖИЛЬЯ

Шевелев В.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Столбоушкин А.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: svremen@mail.ru*

Определены основные факторы, оказывающие влияние на разработку планировочных параметров социально-ориентированного жилья. Сформулированы основные направления, обеспечивающие снижение стоимости жилья. Приведены наиболее значимые планировочные параметры социально-ориентированного жилья, актуального для современной России.

Ключевые слова: достойное жильё, доступное жильё, жилищная проблема, жильё эконом-класса, комфортное жильё, социальное жильё.

Актуальность исследований

Обеспеченность жильём является одним из основных показателей социальной защищенности населения и устойчивости общества в целом.

Наиболее полно её характеризует общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя.

Разработанный ООН международный стандарт жилищных условий предусматривает на каждого жителя не менее 30 м² общей площади жилья. Выборочный сравнительный анализ обеспеченности жильём по общей площади в странах мира представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Уровень обеспеченности жильём в странах мира (данные указаны на начало года)

Страна	Общая площадь жилья, м ² на человека	Год	Источник
1	2	3	4
Австралия	91	2018	[1, с. 26]
США	86	2018	[1, с. 26]
Норвегия	59	2018	[1, с. 26]
Португалия	59	2018	[1, с. 26]
Бельгия	58	2018	[1, с. 26]
Дания	58	2018	[1, с. 26]
Люксембург	56	2018	[1, с. 26]
Кипр	55	2018	[1, с. 26]
Исландия	54	2018	[1, с. 26]
Испания	54	2018	[1, с. 26]
Австрия	53	2018	[1, с. 26]
Греция	51	2018	[1, с. 26]
Италия	50	2018	[1, с. 26]
Швеция	49	2018	[1, с. 26]
Германия	48	2018	[1, с. 26]
Франция	47	2018	[1, с. 26]
Великобритания	46	2018	[1, с. 26]
Нидерланды	46	2018	[1, с. 26]
Швейцария	45	2018	[1, с. 26]
КНР	42	2020	[11, с. 14]
Финляндия	42	2018	[1, с. 26]
Канада	40	2019	[2]
Болгария	39	2018	[1, с. 26]
Таиланд	38,5	2020	[3, с. 14]
Хорватия	37	2018	[1, с. 26]
Чехия	35	2018	[1, с. 26]
Венгрия	33	2018	[1, с. 26]
Словения	33	2018	[1, с. 26]
Босния и Герцеговина	31	2018	[1, с. 26]
Латвия	31	2018	[1, с. 26]
Россия	27,7	2022	*

* – данные получены в результате авторского расчёта

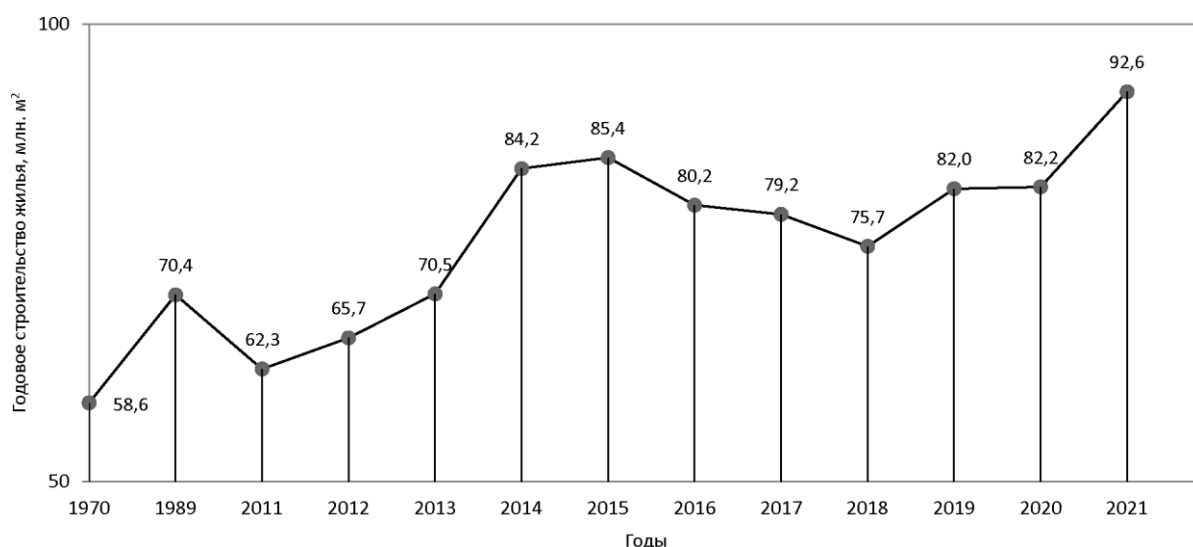


Рисунок – Годовое строительство жилья в нашей стране (данные [4, С. 10])

Годовое строительство жилья в нашей стране представлено на рисунке. Но, несмотря на положительную динамику последних лет, обеспеченность жильём, явно недостаточна. Так в 2022 году население России составило 145 478 097 человек [5]. Количество лет, необходимых России для достижения разных уровней обеспеченности населения жильём по общей площади (при сохранении темпов строительства жилья уровня 2021 года), определено несложным расчётом и представлено в таблице 2.

Таблица 2 - Количество лет, необходимых России для достижения разных уровней обеспеченности населения жильём по общей площади (при сохранении темпов строительства жилья уровня 2021 года)

Общая площадь жилья, м² на человека	Необходимое время, лет
30	3,6
40	19,3
50	35,0
60	50,7
70	66,5
80	82,2

В июне 2022 года на Санкт-Петербургском международном экономическом форуме [6] было отмечено следующее:

- 40 % россиян не могут взять ипотеку даже при нулевой ставке;
- 2,2 миллиона граждан России стоят в очереди на жильё.

Таким образом, в социально-ориентированном жилье нуждаются 40 % граждан России, так как другое жильё им просто недоступно.

Цель исследования заключалась в определении рациональных планировочных параметров социально-ориентированного жилья в Российской Федерации в настоящее время.

Для достижения поставленной цели был проведен обзор литературы по

параметрам жилья в России и других странах на современном этапе.

Результаты и обсуждение. Анализ планировочных параметров для организации рациональной структуры социально-ориентированного жилья в условиях плотной городской застройки показал, что, несмотря на положительную тенденцию последних лет, достигнутого уровня обеспеченности жильём недостаточно и требуется изыскание резервов для увеличения ежегодного ввода жилья в эксплуатацию.

Основные направления снижения стоимости жилья. На сметную стоимость строительства здания в значительной степени влияют уровни его сборности, унификации объёмно-планировочных и конструктивных решений и др. В результате анализа авторами были сформулированы следующие основные направления снижения стоимости жилья:

Введение налога на пустующее жильё в крупных городах. Новое жильё в России в основном приобретается в инвестиционных целях, улучшает жилищные условия класса выше среднего, который может «тянуть» дорогую ипотеку, либо пустует не реализованным. Например, во Франции существует налог на пустующее жильё в городах с населением более 50 тыс. чел. Квартира там может безнаказанно пустовать лишь год. На второй год она облагается налогом в 12,5 % от вмененного арендного дохода, а с третьего года – в 25 %. Если собственник – фирма, то процентные ставки выше. Так владелец пустующего жилья экономически принуждается к сдаче его в аренду или к продаже, а это делает жильё более доступным: увеличивает предложение, удешевляет его аренду и стоимость [7].

На наш взгляд, применение такой меры в России позволило бы снизить напряженность жилищного вопроса.

Выбор для строительства наиболее экономичных проектов. Для оценки проектов на стадии проектирования и сравнения вариантов проекта обычно применяют следующие показатели:

- коэффициент планировочный (K_1) равен отношению жилой площади к общей площади;
- коэффициент объёмный (K_2) равен отношению строительного объёма здания к его общей площади;
- коэффициент компактности (K_3) для жилых зданий равен отношению площади наружных ограждающих конструкций (стен, оконных и балконных проёмов, кровли) к общей площади здания;
- коэффициент периметральности (K_4) равен отношению периметра наружных стен к площади застройки здания;
- коэффициент конструктивности (K_5) равен отношению площади сечения вертикальных конструкций в плане к площади застройки здания.

Путём сравнения этих коэффициентов обычно выбирается наиболее экономичный проект для строительства.

Оптимальный тип домостроения. Многолетней российской и мировой практикой установлено, что самым дешёвым и быстровозводимым индустриальным домом со сроком эксплуатации не менее 60-80 лет является

крупнопанельный дом. Он строится значительно быстрее монолитного или кирпичного дома, в среднем на 15-20 % дешевле монолитного и на 20-25 % кирпичного [8]. На это указывает и коэффициент K_5 , который составляет для крупнопанельных домов 0,10-0,15; а для кирпичных и крупноблочных домов – 0,15-0,20. Обычно в крупнопанельном исполнении дома строят от 2 до 25 этажей. При этом преимущества крупнопанельных домов перед монолитными, кирпичными, каркасными домами и их разновидностями остаются неизменными при одинаковой этажности [8]. Однако практика эксплуатации таких домов показала, что не все так однозначно. Например, очень остро стоят вопросы поддержания связей между панелями «в рабочем состоянии», ремонта и герметизации межпанельных швов и др.

Увеличение общей площади квартир за счёт балконов и лоджий. В Федеральном законе № 214-ФЗ «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» отмечается, что общая приведенная площадь жилого помещения состоит из суммы общей площади жилого помещения и площади летних помещений (лоджия, балкон и др.). Соответственно, к последней применяются понижающие коэффициенты, показывающие насколько она дешевле основной площади жилого помещения. Таким образом, разумное «насыщение» здания балконами или приставными лоджиями позволяет снизить стоимость квадратного метра общей площади жилья. При этом предпочтительней устройство лоджии.

Экономически оптимальная этажность здания. Стоимость квадратного метра жилья можно уменьшить выбором оптимальной этажности здания. По эксплуатационным затратам многоэтажные здания значительно уступают малоэтажным (до 40-50 %). Выбор этажности – это вопрос наличия и стоимости земли. Увеличение этажности зданий характерно для мегаполисов и больших городов [8].

Экономически оптимальную этажность здания средней этажности и многоэтажного можно определить исходя из СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003».

СП 54.13330.2016 п. 4.8 регламентирует, что лифты следует предусматривать в жилых зданиях с отметкой пола верхнего жилого этажа, превышающей уровень отметки пола первого этажа на 12 м. Исходя из этого следует, что пятиэтажное здание с высотой этажа до 3 м включительно можно строить без лифта.

СП 54.13330.2016 приложение Б устанавливает, что минимальное число пассажирских лифтов в жилом многоквартирном здании составляет 1 при этажности до 10 этажей, 2 – при этажности 10-19 этажей, 3 – при этажности 20-25 этажей. Эти значения составлены из расчёта: 18 м² общей площади квартиры на человека, высота этажа 2,8 м, интервал движения лифтов 81-100 с. В жилых зданиях, в которых значения поэтажной площади квартир, высоты этажа и общей площади квартиры, приходящейся на одного проживающего, отличаются от принятых в настоящей таблице, число, грузоподъём-

ность и скорость пассажирских лифтов устанавливаются расчётом.

Из последнего абзаца можно сделать вывод, что при высоте этажа 2,8 м и общей площади квартиры на человека заметно более 18 м² возможно строительство жилых домов в 10 этажей с одним лифтом. Такая практика имела место в г. Новокузнецке в начале 2000-х годов.

Использование цокольного этажа под жилые и нежилые помещения. Частичное использование цокольного этажа с одного из фасадов под квартиры возможно в домах, строящихся на склонах. Вход в эти квартиры, разумеется, расположен не через подъезд, а отдельно.

Использование цокольного этажа под нежилые помещения проблемы не представляет. При проектировании здания это несложно учесть. Помещения цокольного этажа, реализуемые под офисы, магазины, склады и т.п., снизят стоимость квадратного метра жилья в здании.

Снижение эксплуатационных расходов на жильё. Для социально-ориентированного жилья важна не только стоимость одного квадратного метра площади, но и расходы на его эксплуатацию. Это облегчает семье улучшение её жилищных условий в будущем. Отметим некоторые способы снижения эксплуатационных расходов на здание:

- повышение энергоэффективности здания;
- незначительное уменьшение жилой площади квартир за счёт встроенных лоджий (в обоснованных случаях).

Поясним последний пункт. Уменьшение площади комнаты с размерами в осях 3,0×6,0 м на 4 м² за счёт встроенной лоджии шириной около 1,1 м вполне обосновано. Функциональность комнаты от этого не уменьшается, а затраты на жилищно-коммунальные услуги снижаются.

Заключение

Приведенный в статье анализ показывает, что в России для увеличения обеспеченности населения жильём имеются значительные резервы, основные из которых следующие:

- введение налога на пустующее жильё в крупных городах;
- выбор для строительства наиболее экономичных проектов;
- оптимальный тип домостроения;
- увеличение общей площади квартир за счёт балконов и лоджий;
- экономически оптимальная этажность здания;
- использование цокольного этажа под жилые и нежилые помещения;
- снижение эксплуатационных расходов на жильё.

Библиографический список

1. Стратегия развития жилищной сферы Российской Федерации на период до 2025 года. – МинСтрой России, 2018. – 92 с.

2. Брянцева И.В., Нужина И.П. Сравнительная оценка обеспеченности и доступности жилья в регионах России и КНР // Вестник ТОГУ. – 2019. – № 3 (54). – С. 99-108.

3. Ахметов А., Морозов А., Синяков А., Сауль С., Ушакова Ю.,

Чернядьев Д. Ипотека и доступность жилья: Аналитическая записка. – Банк России, 2020 март. – 17 с.

4. СтройКомплекс России: Итоги 2021 года. – Правительство Российской Федерации, 2022. – 72 с.

5. Росстат раскрыл данные о численности населения России по итогам 2021 года. – 2022.01.29 – URL: <https://lenta.ru/news/2022/01/29/russia/> (дата обращения: 2022.06.28).

6. Грудцинов В. Мутко: Ипотеку даже при нулевой ставке не могут взять 40 процентов россиян. – Парламентская газета – 2022.06.16 – URL: https://www.pnp.ru/social/mutko-ipoteku-dazhe-pri-nulevoy-stavke-ne-mogut-vzyat-40-procentov-rossiyan.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop (дата обращения: 2022.06.20).

7. Современные стандарты ООН требуют 30 кв.м. (жилой, а не общей). – 2016.06.16 – URL: <https://moe-online.ru/nn/zkh/178679> (дата обращения: 2022.06.29).

8. Николаев С.В. Решение жилищной проблемы РФ на базе реконструкции и технического перевооружения индустриальной базы домостроения // Жилищное строительство. – 2010 – № 2. – С. 2-6.

УДК 69.032.22:693.5:693.9

ОСОБЕННОСТИ КРЕПЛЕНИЯ КЕРАМЗИТОБЕТОННЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН С МОНОЛИТНЫМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ У ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО УГЛА ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ

Сафронова А.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: safronova.nastyna@mail.ru*

В данной статье рассматриваются узлы сопряжения керамзитобетонных наружных стен с монолитными железобетонными элементами – колонной и перекрытием у внешнего и внутреннего угла высотного здания, запроектированного в г. Новокузнецк.

Ключевые слова: керамзитобетонная стена, внешний угол здания, внутренний угол здания, наружные стены, высотное здание.

Панели наружных стен могут быть навесные или самонесущие. Навесные панели закрепляются на колоннах каркаса, передавая на них горизонтальные и вертикальные нагрузки. Самонесущие панели передают вертикальную нагрузку через простенки на конструкции нулевого цикла, а горизонтальную – на колонны каркаса.

Навесные панели устанавливаются на опорные металлические столи-

ки, изготавливаемые из прокатного уголка и привариваемые к закладным деталям колонн. Во внутреннем углу здания навесные панели опираются на ригели каркаса через опорные столики.

Для самонесущих стен предусматриваются закладные изделия по верхней грани панелей для крепления их к колоннам, для навесных стен предусматривается установка закладных изделий по верхней и нижней граням [1, п. 4.6].

Подробнее остановимся на креплении именно самонесущих стен к колоннам.

Были рассмотрены узлы с сечением колонн 400x400 мм и ригелями высотой $h = 450$ мм с каркасом серии 1.020-1/87, панелями серии 1.030.1-1/88 (однослойные) и панелями серии 1.232.1-7 (трехслойные) [2].

Также были рассмотрены узлы навесных стен каркасного здания из ячеистобетонных и легкобетонных панелей серии ИИ-04-5 [3, лист 2.11].

Кроме того, был проанализирован альбом типовых технических решений с применением камней стеновых керамзитобетонных [4].

Таким образом, проектирование 25-ти этажного жилого здания в г. Новокузнецк, в связи с его сложной конфигурацией в плане, было выполнено с учетом анализа полученной информации.

Здание в плане напоминает форму бабочки (рисунок 1).

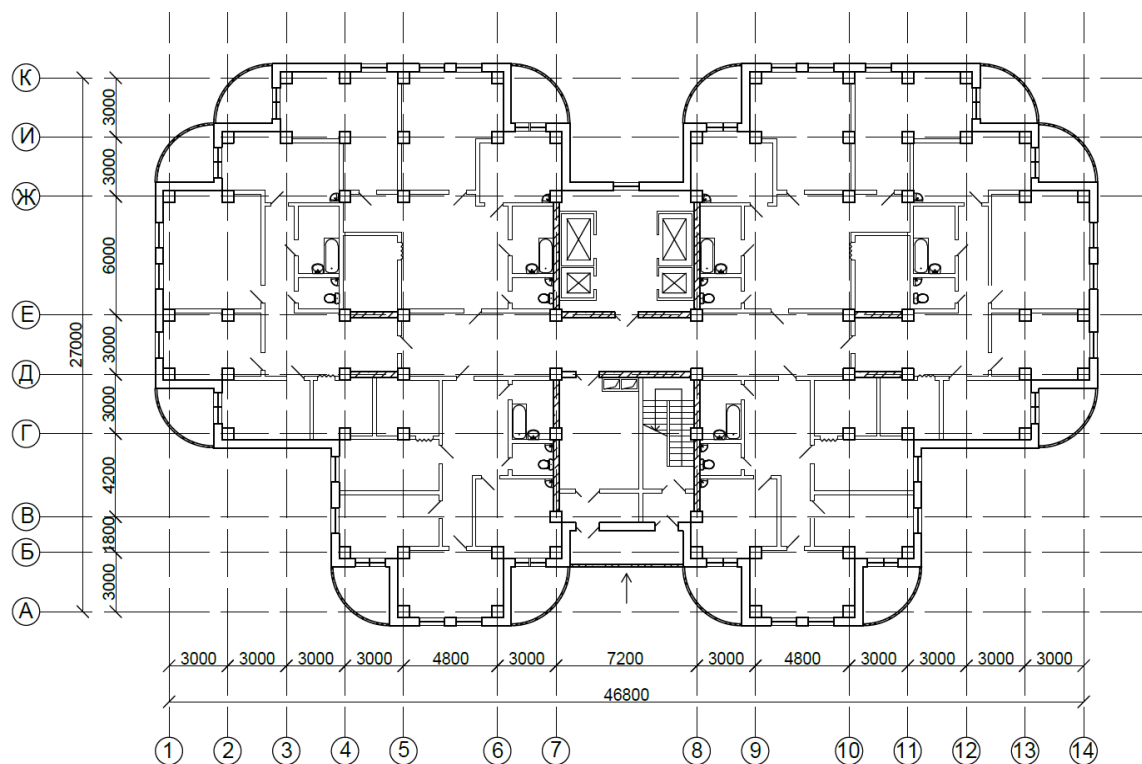


Рисунок 1 – План типового этажа

Для наглядности, была сконструирована визуальная модель 25-этажного здания с помощью программного комплекса «ArchiCAD», работающего на основе BIM технологий (рисунок 2).

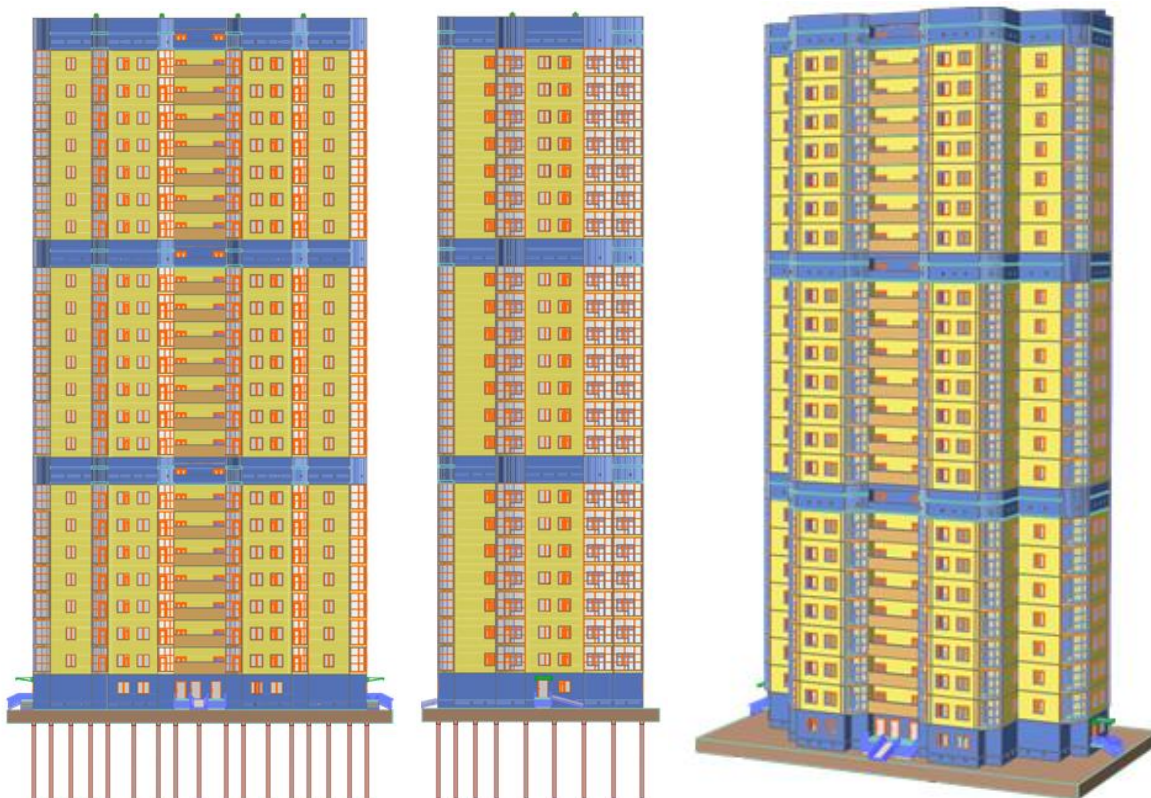


Рисунок 2 – Вид спереди, вид сбоку и перспектива здания

Высота здания составляет 87,8 м; в уровне 9-го, 17-го и 25-го этажа предусмотрены технические этажи; высота первого этажа – 5 м; высота типового и технического этажа – 3,3 м. Помещения первого этажа здания рассчитаны под сдачу в аренду.

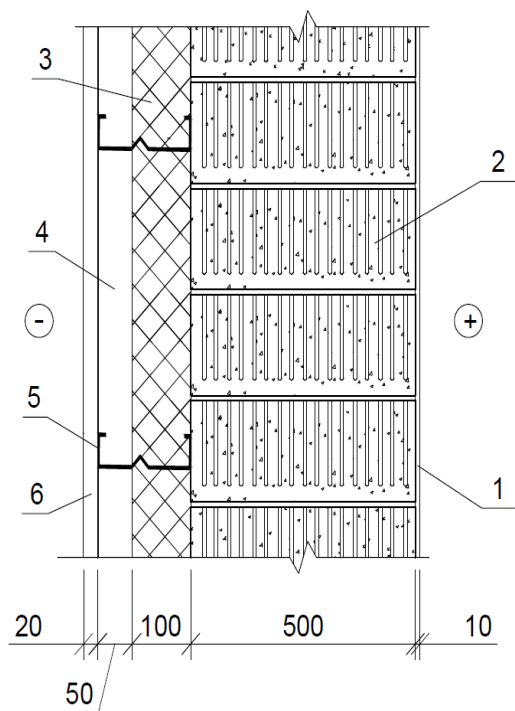
Шаг колонн здания в поперечном направлении составляет 1,8 м; 3 м; 4,2 м; 6 м; в продольном направлении составляет 3 м; 4,8 м; 7,2 м. Колонны квадратного сечения 500x500 мм по всей высоте здания.

Здание каркасного типа в монолитном исполнении со свайно-плитным фундаментом. Монолитными являются колонны, диафрагмы жесткости, ригели, перекрытия и покрытие. Ригели предусмотрены в уровне вертолетной площадки в продольном и поперечном направлении.

Для восприятия горизонтальных нагрузок служат колонны и диафрагмы жесткости, вертикальных – плиты перекрытия и покрытия.

Для данного здания была выбрана самонесущая стена с внутренним слоем из керамзитобетонных стеновых блоков с навесным вентилируемым фасадом (воздушным зазором), средним слоем из минеральной ваты на базальтовой основе и наружным облицовочным слоем.

Самонесущая стена представляет собой многослойную конструкцию (рисунок 3). Толщина слоев установлена по произведенному теплотехническому расчету наружных ограждающих конструкций [5], [6].



Условные обозначения:

- 1 – внутренний гипсовый штукатурный слой, толщина $\delta_1 = 10$ мм;
- 2 – керамзитобетонный стеновой блок "Премиум", толщина $\delta_2 = 500$ мм;
- 3 – плиты минераловатные на базальтовой основе, толщина $\delta_3 = 100$ мм;
- 4 – вентилируемая воздушная прослойка, толщина $\delta_4 = 50$ мм;
- 5 – элементы подсистемы навесного фасада (показаны условно);
- 6 – навесные фасадные композитные панели "ДЕКОТ XXI", толщина $\delta_6 = 20$ мм.

Рисунок 3 – Схема ограждающей конструкции

Вид облицовочной вентилируемой системы – оцинкованная подсистема «ДЕКОТ XXI» из композитных панелей.

Стены устанавливаются на конструкции перекрытия по выравнивающему слою цементно-песчаного раствора. Высота стен составляет 3 м, при допустимой высоте стен из керамзитобетонных блоков 3,5 м. Кладка наружных стен не доводится до низа вышележащего перекрытия на 20 мм (с учетом возможного максимального прогиба перекрытия, удобства работ, и обеспечения звукоизоляции). По завершении кладки эта щель заполняется монтажной пеной.

Компенсация температурных деформаций происходит за счет швов, заполняемых упругими прокладками (пенополистирол) (рисунки 4-6).

Крепление стены – заполнения из керамзитобетонных блоков к колоннам выполняется при помощи металлических соединителей, расположенных через каждые 2 или 3 ряда кладки и выгнутых под прямым углом. Одна часть соединителя помещается в шве кладки и крепится саморезами к блоку, а вторая часть крепится к боковой поверхности столба или стены. Чтобы предупредить появление «мостиков холода», железобетонные колонны по периметру здания защищены эффективным теплоизоляционным материалом (рисунки 4, 5).

Кладка стен осуществляется толщиной в один блок. Сопряжение наружных и внутренних стен осуществляется податливым примыканием, анкерными соединениями и с помощью металлических закладных элементов (кладочных сеток), которые устанавливаются в стену в уровне горизонтальных швов перегородок и стен.

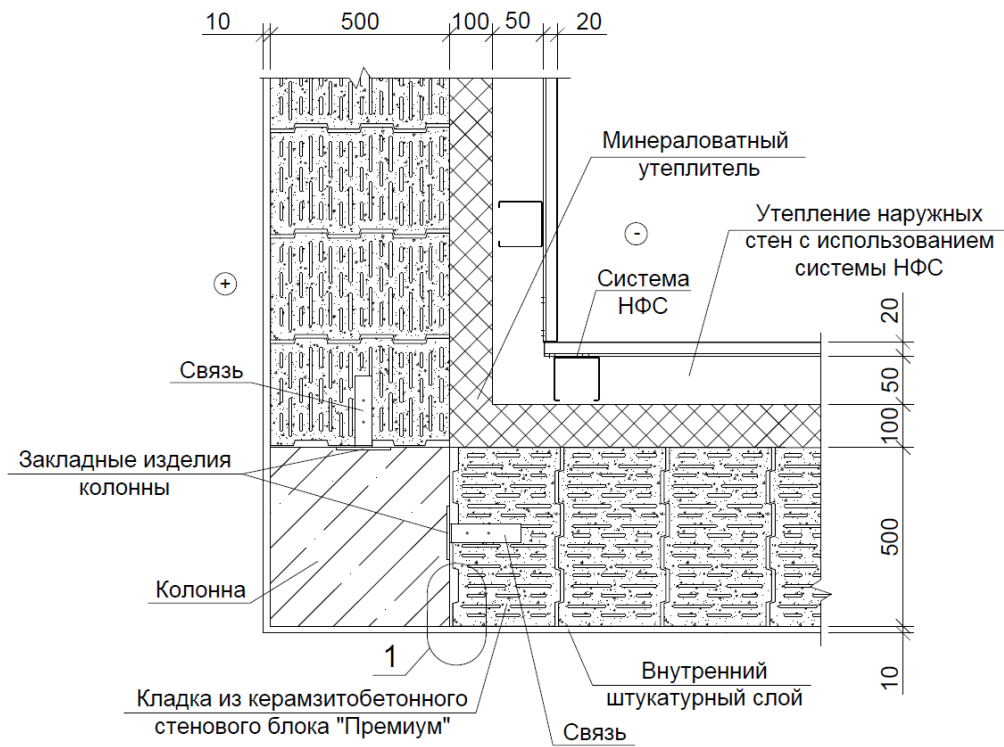


Рисунок 4 – Узел крепления наружной стены к монолитной колонне.
Внутренний угол

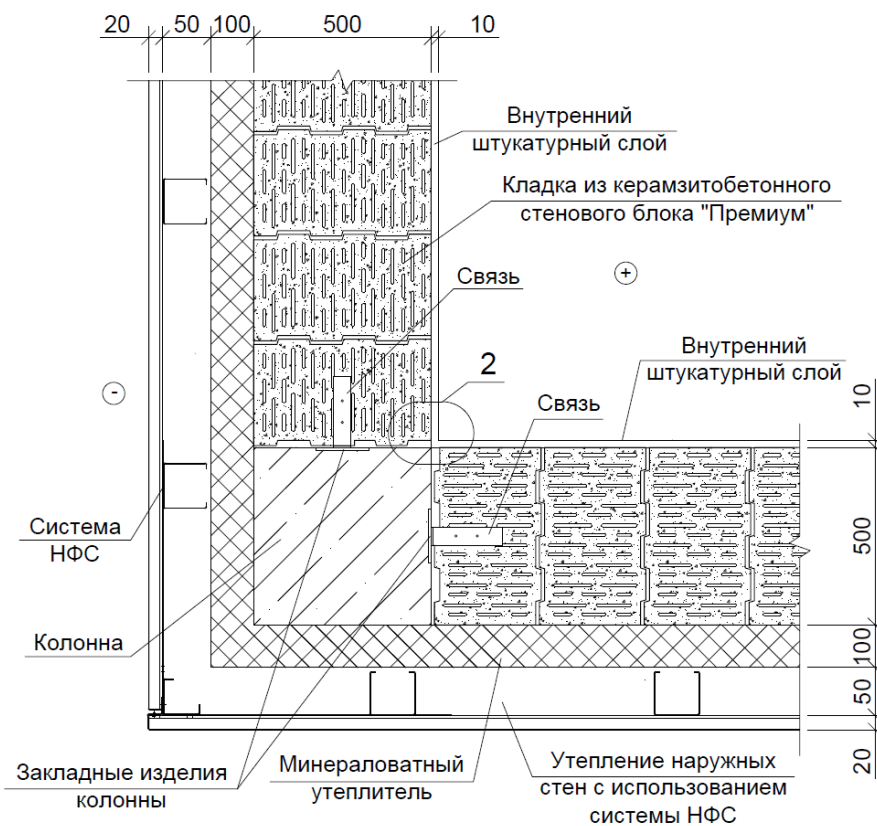


Рисунок 5 – Узел крепления наружной стены к монолитной колонне.
Наружный угол



Рисунок 6 – Деталь примыкания кладки из стеновых керамзитобетонных блоков к железобетонной колонне

Крепление оконных коробок выполняется в зоне утеплителя с применением стальной профильной полосы. В части стены, расположенной под окном, укладывается дополнительный ряд арматурных стержней. Для предупреждения появления трещин под оконными проемами в шов под последним рядом кладки укладывается два арматурных стержня диаметром 6 мм в заполненных раствором углублениях стержни должны заходить за пределы проема минимум на 50 см с каждой стороны.

В уровне перекрытия каждого этажа установлены железобетонные монолитные пояса, которые повышают общую жесткость здания и служат для опирания конструкции перекрытия. Торцы плит перекрытий и покрытий в местах их опирания на наружные стены дополнительно защищены слоем эффективного утеплителя (рисунок 7).

Анкеровка наружных стен к перекрытиям выполнена арматурными гнутыми стержнями диаметром 8 мм класса А240 [7]: одна сторона г-образного арматурного стержня укладывается вдоль блока, а второй закрепляется на монтажной петле перекрытия. Арматуру дополнительно защищают слоем цементно-песчаного раствора по поверхности перекрытия.

Сопряжение наружных и внутренних стен осуществляется податливым примыканием с помощью металлических закладных элементов (кладочных сеток), которые устанавливаются в стену в уровне горизонтальных швов стен.

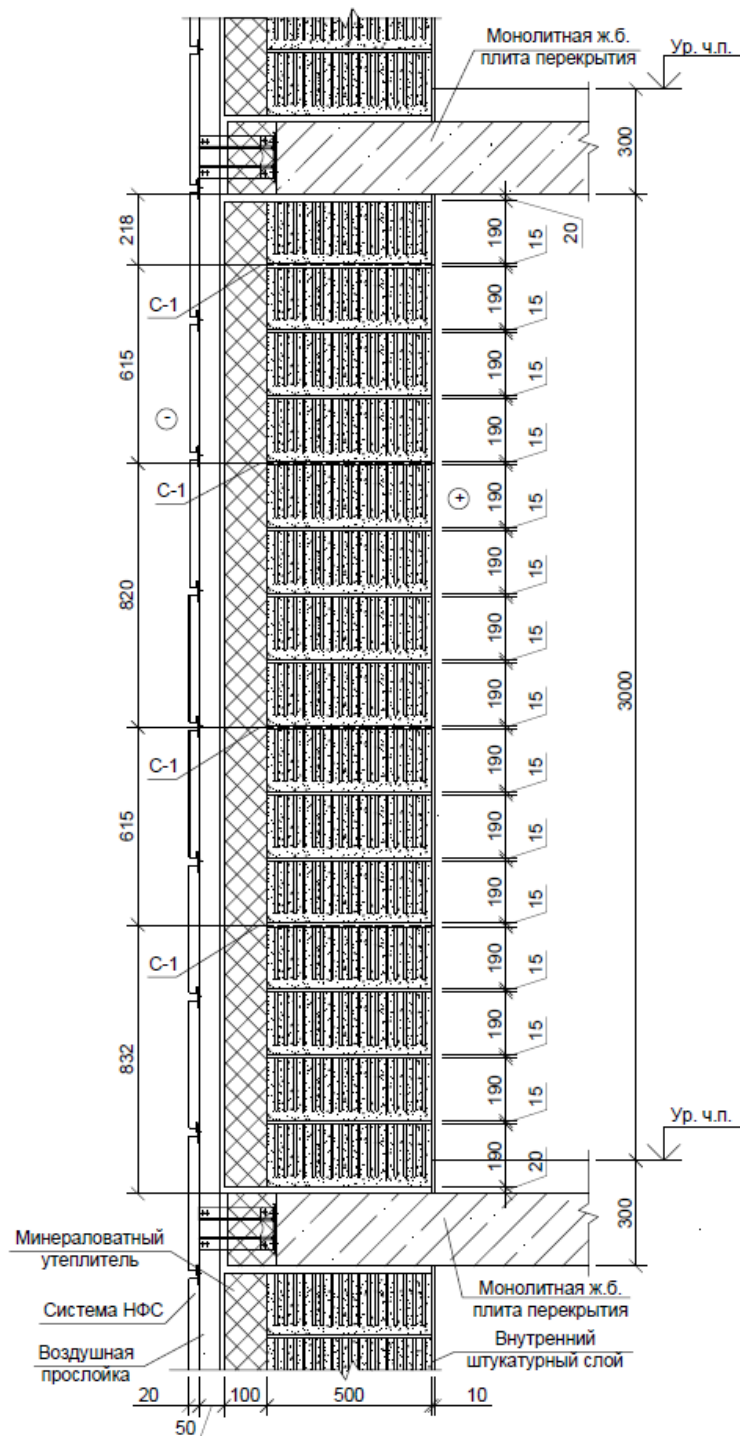


Рисунок 7 – Узел крепления наружной стены к монолитному железобетонному перекрытию (разрез по стене без проема)

Библиографический список

1. Корбут Е.Е. Архитектура. Методические указания к курсовому проекту «Многоэтажное каркасно-панельное здание» для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство». Часть 3 – Могилев, ГУ ВПО «БРУ», 2010 – 38 с.
2. ФГУП ЦУФС Минатом России. Схемы входного и операционного

контроля качества строительно-монтажных работ. Часть II. Сварка арматуры и закладных изделий, строительно-монтажные работы по возведению каркасно-панельных многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий в конструкциях каркаса серии 1.020-1/87, монтаж легких ограждающих конструкций. – Москва, 2002.

3. Шерешевский И.А. Конструирование гражданских зданий. Учеб. Пособие для техникумов. – Москва: «Архитектура-С», 2005, – 176 с., ил. – ISBN 5-9647-0030-6.

4. Электронный ресурс.- Режим доступа: <https://belblock.by/wp-content/uploads/2020/10/Albom-keramzitobetonnye-bloki.pdf>.

5. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуал. редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением N 1).

6. ГОСТ 31310-2015. Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия.

7. ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5).

УДК 692

ТОКИЙСКИЙ ПРОТИВОПАВОДКОВЫЙ КОЛЛЕКТОР – ЧУДО ИНЖЕНЕРИИ

Самусенко Э.Э.

Научный руководитель: доцент Матехина О.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: el.sam@mail.ru*

Противопаводковый резервуар G-Cans – это система тоннелей и колодцев, расположенная на окраине столицы Японии. Резервуар является уникальным, одним из крупнейших в мире подземных сооружений для отведения паводковых вод и вмещает в себя порядка 160 тыс. м³ воды.

Ключевые слова: тоннель, подземное водохранилище, паводок, подземное строительство, инженерное сооружение, Токио.

Япония – это островное государство Восточной Азии. Примерно 75% территории этой страны занято горами, равнинные участки окружены возвышенностями. При сильных дождях от частых тайфунов, вода стекает на равнинные участки и собирается там, реки, которых в Японии насчитывается более 20 тысяч, быстро переполняются и выходят из берегов, вызывая затопления населенных пунктов на равнинных местностях.

Таким частым затоплениям была подвержена местность, находящаяся в Токио между руслами рек Эдогава и Аракава. Этот высоко урбанизированный район неоднократно подвергался серьёзным паводкам. В течение многих лет Токио и окрестные районы обросли системой дамб, дренажных си-

стем и коллекторов. Однако, если при землетрясении одна крупная встряска разрушит или повредит дамбу, коллектор или дренажный канал, – это представляет для города еще большую опасность.

Было предложено такое инженерное решение как противопаводковый коллектор. Данная система – это комплекс искусственных сооружений, призванных аккумулировать излишки поступающей воды, а после окончания притока постепенно возвращать обратно. Обычно это бывает в сильные ливни. Вода заполняет резервуары системы, вместо того чтобы выплёскиваться из русла переполнившихся рек на окружающие улицы. В Японии существует 3 основных типа резервуаров для хранения паводковой воды:

- открытые котлованы-бассейны,
- подземные резервуары мелкого заложения, выполненные открытым способом
- резервуары глубоко заложения, пройденные на больших глубинах с помощью щитовых тоннеле проходческих комплексов.

Сооружения первого и второго типа дешёвы в строительстве и в большом количестве находятся в районах малоэтажной застройки. Их основной недостаток – невозможность хозяйственного использования площадей расположенных над ними, вследствие чего, в районах интенсивной застройки их постепенно вытеснили сооружения третьего типа, после строительства которых над резервуаром обычно располагают спортивную площадку или небольшой парк.

Сютокэн Гайкаку Хосуйро (G-Cans) – крупнейший в мире противопаводковый коллектор – рисунок 1, предназначенный для защиты столицы Японии от затопления. В подземные хранилища паводковая вода из рек попадает по специальным каналам и стокам – рисунок 2. Она собирается в пяти резервуарах, так называемых «стаканах», которые располагаются в 5-ти залах и соединены между собой тоннелем. Глубина каждого из «стаканов» составляет около 70 метров, а их внутренний диаметр – около 30 метров, что достаточно для размещения космического челнока или Статуи Свободы.



Рисунок 1 – Общий вид системы

В самом большом зале, известном более как «храм» (рисунок 3), установлено 59 мощных насосов. Храм – огромен, его размеры 25,4м x 177м x 78 м. Связь между хранилищами осуществляется за счет тоннеля (рисунок 4) в их нижней части. Этот тоннель, известный как «подземная река», предназначен для того, чтобы направлять паводковые воды, выпадающие из рек Накагава, Курамацу, Оотоши-Фурутоне и других в реку Эдогава. Благодаря высокой мощности системы насосов этот процесс может происходить и во время, и после выпадения осадков.



Рисунок 2 – Заполнение коллектора во время паводка



Рисунок 3 – Самый крупный подземный зал – «храм»



Рисунок 4 – Тоннель диаметром 10,6 метров и общей протяженностью 6,3 км.

После последнего «стакана» находится подземное водохранилище – колонный зал (храм). В конце зала расположено четыре гидронасоса, приводимые в движение газовыми турбинами. Общая мощность насосов 10 миллионов 300 тысяч ватт (14 000 лошадиных сил), пропускная способность 200 кубических метров воды в секунду. Крупный олимпийский плавательный бассейн такая система осушит менее чем за минуту. С их помощью вода поднимается до уровня воды в реке Эдогава (рисунок 1).

Работы по монтажу системы были начаты в марте 1993 года. Тоннель необходимо было проложить на глубине 50 м. С учетом глубины залегания, а также того, что в этом районе мягкие грунты, для проведения строительства подземных работ применялся метод механизированной щитовой проходки роторного типа – рисунки 5 и 6.



Рисунок 5 – Щитовая проходческая машина для строительства тоннеля

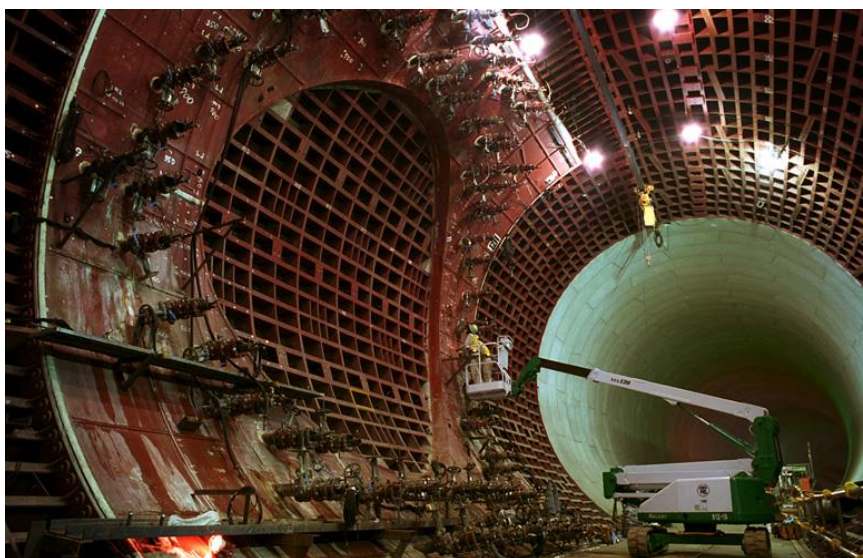


Рисунок 6 – Внутренняя отделка тоннеля

Из-за масштабов проекта, размера тоннеля и повышенной водонасыщенности грунта при бурении была использована суспензия, химические добавки которой вступали в реакцию с водой, содержащейся в грунте, что сокращало подвижность грунта в почве и стабилизировало слой грунта вблизи стенок тоннеля. Основные работы завершены в 2002.

Интересные факты:

- Пять подземных «стаканов» имеют глубину заложения до 72 метров и диаметр до 32 метров (рисунок 6).
- Высота самого большого «стакана»-водосборника составляет 70 метров.
- Тоннели, связывающие «колодцы» имеют диаметр 10,6 метра и находятся на глубине 50 метров ниже уровня дневной поверхности.
- Общая протяженность тоннелей составляет 6,3 км.

– Ширина самого крупного подземного зала – «храма» – составляет 78 метров, длина – 177 метров, высота потолка – 25 метров. Жесткость конструкции поддерживают 57 гигантских колонн.

– Размеры коллектора позволяют перемещаться внутри него на автотранспорте.

– По состоянию на 2008-й год в проект вложено более 2 млрд. долларов.

– На бетонирование коллектора ушло 180 млн тонн бетона.

– Чтобы хотя бы частично окупить затраты на производство, руководство превратило объект в туристическую достопримечательность, и осуществляет туристические экскурсии в Сютокэн Гайкаку Хосуйро.



Рисунок 7 – Общий вид стакана-водосборника

Говоря об уникальных зданиях и сооружениях, обычно представляют себе небоскребы, гигантские стадионы и промышленные цеха, башни и мосты. Однако, среди удивительных инженерных строительных решений есть и такие, которые не видны снаружи, но внутри оказываются настолько удивительными, что поражают воображение своими техническими возможностями, гигантскими размерами, продуманностью решений и качеством выполненных работ. К таковым можно отнести и Токийский противопаводковый коллектор.

Библиографический список

1. Токийский противопаводковый коллектор. Материалы из Википедии. <https://ru.wikipedia.org/wiki>.

2. Trends in Japan. https://web-japan.org/trends/11_tech-life/tec130312.html.

3. Электронный ресурс.- Режим доступа: <https://underground-expert.info/opyt-podzemnogo-stroitelstva/realizovannye-proekty/tokijskij-kollektor-g-cans/>.

4. Электронный ресурс.- Режим доступа: <https://ru-travel.livejournal.com/29854751.html>.

УДК 662.61

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ В КУЗБАССЕ

Быковский К.А.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Башкова М.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: mn419@mail.ru*

В работе проанализированы перспективы использования в Кузбассе солнечной энергии в инженерных системах многоквартирных домов.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, солнечная электростанция, энергоэффективность.

Альтернативные источники энергии уже более 50 лет используются во всём мире для выработки электричества. Принцип работы современных солнечных электростанций (СЭС) достаточно просто и основан на сборе сконцентрированной солнечной энергии при помощи зеркал и отражении солнечных лучей на приемники, которые собирают солнечную энергию и преобразуют его в тепло. Эта тепловая энергия может быть использована для производства электроэнергии с помощью паровой турбины или теплового двигателя, который приводит в действие генератор.

Использование возобновляемых источников энергии позволяет ощутимо снизить экологическую нагрузку и достичь углеродной нейтральности, при этом, ещё и является экономически выгодным. Недорогостоящая и чистая энергия – это одна из целей в области устойчивого развития.

Рост потребления позволит снизить стоимость солнечной энергии благодаря ее доступности. Некоторые ожидают, что к 2024 году она снизится на 15-35%, что подстегнет потребление во второй половине десятилетия [3].

Согласно отчету Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) за 2020 год, солнечная энергия в настоящее время является самой дешевой электроэнергией в истории. В большинстве крупных стран солнечная технология дешевле угля и газа. Помимо батарей, энергию можно получать с помощью солнечных электростанций. При наличии нужной инфраструктуры они могут прослужить минимум 40 лет. Панели можно легко заменить и обновить новыми и более эффективными модулями по относительно низкой цене, что обеспечивает длительный срок службы электростанций [2].

В 2020 году во всем мире было установлено 138 ГВт солнечных электростанций и мировой спрос на солнечную энергию продолжает расти. По-

следний прогноз рынка солнечной энергии от компании SolarPowerEurope свидетельствует о гораздо более быстром росте в последующие годы, чем предполагалось ранее. Общий парк генерирования солнечной энергии увеличит мощности примерно с трех четвертей тераватт в 2020 году до более чем 1 ТВт в 2022 году и почти 1,9 ТВт в 2025 году, по самым реалистичным сценариям [1].

На сегодняшний день лидерами в области альтернативной энергии являются: Китай (40 % по данным 2020 года), США, Индия, Япония, Индия и Германия. В России, в настоящее время, доля возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе не превышает 3 %. Но, энергия солнца и ветра уже сейчас повсеместно находит применение в разных регионах, и не только в частных малоэтажных домовладениях, но и в МКД, в том числе, на севере и в Сибири.

Например, Батагайская – крупнейшая солнечная электростанция заполярья мощностью 1 МВт введена в эксплуатацию в Якутии ещё в 2015 году, Кош-Агачская солнечная электростанция – одна из самых мощных электростанций Республики Алтай (мощность электростанции оценивается в 10-15 МВт, введена в эксплуатацию в 2014 году), а в отдаленных поселках Таштагольского района установлено более 100 СЭС [2].

В январе 2020 года в селе Амур Усть-Коксинского района открыли крупнейшую в Сибири солнечную электростанцию мощностью 40 МВт. Таким образом, установленная мощность солнечной генерации в Республике Алтай в 2020 году достигла 120 МВт. Расчетная годовая выработка всех солнечных электростанций составит около 154 млн кВт*ч. Это позволит обеспечить за счет солнечной электроэнергии более 30 % потребления региона.

Новые технологии уже помогают управляющим организациям. ТСЖ в Томске снизило плату за коммунальные услуги на 40 %.

В Кузбассе достаточно сложные климатологические условия – резко континентальный климат, холодная и продолжительная зима, короткое лето, но, ни смотря на это, территория Кемеровской области за год получает сравнительно большое количество света и тепла. Средняя продолжительность светового дня в Кемеровской области возрастает от 6 часов 57 минут в середине декабря до 17 часов 37 минут в середине июня, следовательно, среднесуточное количество солнечных часов и количество ясных дней в Кузбассе позволяет эффективно применять солнечную энергию.

Специалисты новосибирского Института катализа СО РАН участвуют в международной разработке уникальной системы отопления. Технология позволит приборам накапливать энергию солнца летом, чтобы они могли обогревать дома зимой. По плану такая система сможет отапливать не только частные, но и небольшие многоквартирные дома. Технология представляет интерес для нашего региона, поскольку использовать её, в отличие от обычных солнечных батарей, можно будет и в северных широтах. Тепло будет накапливаться за счёт специальных коллекторов, а особый накопитель позволит сохранять его долго и использовать даже спустя несколько меся-

цев. Изобретение интересно и для сферы ЖКХ. Использование солнечных коллекторов для подогрева воды входит в перечень методических рекомендаций Минстроя РФ по энергоэффективному капитальному ремонту в МКД.

Можно сделать вывод, что применять солнечную энергию для отопления МКД в Кузбассе возможно и перспективно, при условии подбора оптимального оборудования.

Библиографический список

1. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. - М. Энергоатомиздат. 1990. - 392 с.
2. Российская газета. Электронный ресурс: <https://rg.ru/2021/11/30/reg-cfo/smogut-li-alternativnye-istochniki-energii-stat-v-rossii-osnovnymi.html> (дата обращения 16.03.2022).
3. Мусаев М. Состояние и мировая практика использования альтернативных источников энергии. Электронный ресурс: <http://energy.econews.uz/index.php/2009-02-15-14-14-09/957-state-and-world-practice-of-using-alternative-power-resources> (дата обращения 16.03.2022).

УДК 628.14

ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТА ГАЗА

Каракаш А.К.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Башкова М.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: lex04rus@gmail.com*

В работе проанализирована цели, задачи, а также оборудование требуемое для диспетчеризации.

Ключевые слова: диспетчеризация, транспорт газа.

Диспетчеризация – автоматизированный централизованный оперативный контроль и управление технологическими процессами в жилых зданиях, и на промышленных предприятиях. Основана на удалённой или локальной передаче информации в центральный диспетчерский пункт. Система диспетчеризации осуществляет наблюдение в режиме реального времени над жилыми зданиями, удалёнными друг от друга комплексами зданий промышленного и торгового назначения. Дистанционное управление с использованием оперативной передачи информации между объектами диспетчеризации и пунктом управления.

Основным показателем нормальной работы систем газоснабжения является подача газа требуемого давления и в требуемом объеме каждому потребителю. Для этого производственно – диспетчерская служба (главный орган диспетчеризации) работает в постоянном контакте с диспетчерской

службой управления магистральных газопроводов и поддерживает связи со всеми промышленными потребителями. Для выполнения таких сложных функций диспетчерская служба оснащена средствами связи, автоматики, телемеханики и вычислительной техникой. Это обеспечивает централизованный контроль основных показателей работы систем газоснабжения, автоматическое регулирование давления газа в газопроводах и телемеханическое управление соответствующими запорными устройствами.

Одним из основных средств диспетчеризации является автоматизированная система управления технологическими процессами.

Автоматизированная система управления технологическими процессами УКПГ (АСУ ТП УКПГ) предназначена для автоматизированного контроля и управления технологическими процессами, представляет собой распределённую информационно – управляющую систему для технологических объектов УКПГ с разделением функций контроля и управления между цеховыми подсистемами, локальными САУ вспомогательными объектами и АРМ оператора УКПГ.

Система является проектно-компонентным изделием, состав и количество функциональных устройств которого определяется заказом в соответствии с конфигурацией конкретного УКПГ.

Выполняемые функции:

1. сбор, обработка и хранение информации о параметрах технологического процесса;
2. графическое представление текущей и архивной информации на мониторе АРМ оператора УКПГ;
3. регистрация событий, связанных с контролируемым технологическим процессом и действиями оперативного персонала;
4. автоматический контроль компонентного состава газа посредством хроматографа;
5. отслеживание состояния систем контроля загазованности и пожаротушения, положения исполнительных механизмов;
6. формирование аварийной и предупредительной сигнализации;
7. измерение расхода газа с многосуточной регистрацией;
8. автоматическая реализация алгоритмов управления исполнительными механизмами;
9. дистанционное управление запорной арматурой и другими технологическими объектами с АРМ оператора в соответствии с режимом работы УКПГ;
10. автоматическое управление по защитам;
11. автоматическое включение аварийной вытяжной вентиляции;
12. поддержание заданного расхода газа в газлифтных скважинах;
13. целостность цепей аналоговых датчиков по уровню входного аналогового сигнала, достоверности аналоговых параметров;
14. работоспособность локальной сети с формированием аварийного сообщения на верхний уровень управления;

15. работоспособность процессорной платы, плат ввода/вывода и системной шины контроллера с сигнализацией отказов на верхнем уровне управления.

Состав АСУ ТП УКПГ:

1. САУ цехом № 1 (шкаф автоматики);
2. САУ вспомогательными объектами УКПГ (1 шкаф автоматики);
3. АРМ оператора (рабочее и резервное);
4. комплекс хроматографического анализа природного газа;
5. комплект датчиков.

Недостатками такой системы являются:

1. Дороговизна. Для решения данного недостатка стоит обратить внимание на отечественные аналоги.

2. Для осуществления постоянного контроля подобной системы необходимо регулярное проведение техобслуживания.

3. Тщательная настройка особо чувствительных датчиков. Для решения проблемы пунктов 2 и 3 требуется поиск квалифицированных и опытных работников, имеющих образование в соответствующей сфере.

4. Создание приемлемых условий микроклимата для оборудования. Решение данной проблемы заключается в установке оборудования в помещениях, удовлетворяющих требования завода — изготовителя.

Библиографический список

1. Газпром автоматизация. Каталог продукции. Электронный ресурс: <https://www.gazprom-auto.ru/upload/Catalogue.pdf> (дата обращения 21 марта 2022).

УДК 721

СОВРЕМЕННЫЕ БАССЕЙНЫ

Умыскова М.Ф.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ершова Д.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье формируется представление об аквапарках и спортивных бассейнах как «средовом объекте», характеризующимся единством пространственных условий, материального предметного наполнения, специфики технологического процесса и обладающим потенциалом качественного обновления среды. Рассмотрена концепция биопозитивного проектирования комплексов закрытого типа, базирующихся на принципах градостроительного и биоклиматического равновесия, ресурсности пространства и устойчивого функционирования.

Ключевые слова: концепция объекта, архитектурная среда, принципы формирования, равновесие, экологический баланс.

Целью статьи является выявление основных принципов формирования и наполнения архитектуры современных бассейнов, основной функцией которых является водный досуг, полученных в результате предварительного изучения существующей отечественной и зарубежной практики проектирования и строительства подобных сооружений.

Как показывает зарубежный и отечественный опыт, развитие инфраструктуры сферы спортивных услуг крупного города наиболее эффективно происходит в рамках современных многофункциональных спортивных комплексов. Формирование таких комплексов позволяет создать условия для наиболее полноценного и комплексного удовлетворения потребностей населения и гостей города в области спорта и физической культуры.

Здесь следует отметить интересный факт. Несмотря на то, что в большинстве теоретических работ архитектура объектов спорта рассматривается «...как целесообразно организованная и эстетически осмысленная целостная система» [1], на практике, происходит анализ только отдельных элементов или связей, но не системы в целом.

Основной задачей является выявить и проанализировать структуру многофункциональной системы, её; функциональные связи и возможное развитие, определить надсистему и выявить роль и место спортивного комплекса в ней.

Поэтому предлагается многофункциональный спортивный комплекс рассматривать как сложную, целостную систему, включающую, в себя пять взаимосвязанных подсистем: «спортивная среда», «сервис», «управление», «инженерная инфраструктура» и «природа».

Главной функцией подсистемы «спортивная среда» является привлечение жителей города к спорту, к их участию в соревнованиях в качестве участника и зрителя, к занятиям по совершенствованию их физической культуры и активного досуга. Поэтому все элементы подсистемы «спортивной среды» можно поделить:

- объекты для профессионального спорта со зрительными трибунами (стадионы, спортивные залы, бассейны, крытые катки и т. д.);
- объекты для массового спорта (залы, площадки, устройства и т.д.);
- объекты для досугового спорта, оздоровления и развлечений (аквапарки, боулинги, бильярдные, площадки для «неформальных» спортивных занятий и игр, и т. д.).

Следует отметить, что в определенные временные периоды все вышеперечисленные объекты могут быть использованы для массового спорта, для проведения общегородских культурных мероприятий, а также в организации различных шоу, концертов и праздников.

Вспомогательная подсистема «сервис» призвана в современном многофункциональном спортивном комплексе создать оптимальные условия для

человека. В первую очередь необходимо рационально подойти к проблеме парковки личного и общественного транспорта, особенно в период проведения соревнований с возможно большим числом зрителей. И если раньше эта проблема решалась в основном выделением территориальной зоны на генеральном плане комплекса, то сегодня это уже, как правило, либо многоуровневые сооружения (паркинги), либо объекты основных подсистем формируются над зоной парковки. И в том, и другом случае процесс парковки становится управляемым с помощью соответствующих служб.

Сокращаются связи от места парковки до любого элемента системы. А также появляется возможность решения проблемы временного хранения личных автомобилей жителями близлежащих домов и кварталов.

Далее следуют помещения вестибюлей (во многих комплексах отдельно для спортсменов, и для зрителей). Раздевалки, соответственно для женщин, и для мужчин. Учитывая многоцелевую направленность в формировании подсистемы «спортивная среда», целесообразно объекты спортивного досуга и оздоровления объединить с объектами подсистемы «сервис», что позволит создать центр досугово-оздоровительной активности, как для спортсменов (профессионалов и любителей), так и для зрителей и просто посетителей, желающих провести свой досуг (в том числе и семейный). Центр должен играть роль «магнита», который привлекает основное количество посетителей. В современной практике проектирования спортивных комплексов такой зоне уделяется недостаточно внимания. В такую зону должны входить: аквапарки, катки для массового катания, боулинги, бильярдные, игровые зоны (в том числе детские), фитнес-зоны; рекреационно-досуговые парки отдыха, как открытого, так и закрытого типов (зимние сады), кинозалы, фуд-корты, кафе и рестораны, крупная торговая часть. Наличие таких центров во многом предопределяет беспроигрышный результат в плане привлекательности даже для людей далеких от спорта. Посещение комплекса станет для многих жителей и гостей города чуть ли не ежедневной потребностью. Многие спортивные соревнования не обходятся без приезжих спортсменов, команд из других городов. Размещение их в гостинице, входящей в состав многофункционального комплекса оптимально решает все вопросы, связанные с проживанием и отдыхом. При этом гостиничная структура может быть раздельной - одна для спортсменов-профессионалов (с особыми условиями проживания, например, в отдельных коттеджах), другая для спортсменов-любителей и для гостей города в корпусе-здании гостиницы.

Завершает список функций подсистемы «сервис» медицинская составляющая, без которой немислимо существование основной подсистемы «спортивная среда». А при проведении соревнований с большим числом зрителей привлекаются дополнительные медицинские бригады. В ряде случаев возможно расширение медицинской составляющей за счет санаторных функций - грязевые и водные процедуры, массаж.

Помимо сугубо функционального назначения необходимо не забывать, что именно подсистема «сервис» несёт ответственность за такой важный

момент в жизнеобеспечении всего пространства комплекса как формирование эмоционального климата всей системы, что неразрывно связывает ее с такой подсистемой как «природа». Применительно к городской среде максимальное привлечение природных (естественных и искусственных) элементов создает благоприятный фон всей системе в целом. Компоненты садово-парковой среды во всем своем многообразии благоустройство территории (зимние сады, декоративные фонтаны и бассейны, малые архитектурные формы и т.д.) не только дополняют эстетический и визуальный комфорт, но и активно участвуют в поддержании благоприятного микроклимата во всех объектах системы.

Давшая подсистема оказывает также преобладающее влияние на архитектурное формирование при организации природных спортивных комплексов, таких как центры зимних и летних видов спорта (горные лыжи, лыжи и биатлон, авто и мотокроссы, ипподромы, гольф и т.п.). Отдельным вопросом обратной связи подсистемы «спортивная среда» с подсистемой «природа» является экологический вопрос эксплуатации природных ресурсов, ландшафтных объектов и территорий.

В плане технического усовершенствования и жизнеобеспечения всех объектов системы следует особо подчеркнуть значение элементов; подсистемы «инженерная инфраструктура». В первую очередь хотелось бы, выделить совокупность элементов, обеспечивающих удобное перемещение, всех посетителей и работников в многоуровневом пространстве комплекса. Коммуникационные устройства делятся на обычные, (лестницы, пандусы, галереи) и механические (различного рода подъемники, лифты, эскалаторы и движущиеся тротуары). Они могут направлять огромные потоки людей с одного уровня на другой так, что посетители этого фактически не замечают.

Все остальные элементы рассматриваемой подсистемы; относятся; к инженерному оборудованию объектов комплекса. Это санитарно-технические устройствам (системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодного и горячего водоснабжения-канализации, газоснабжения), электрооборудование, слаботочные сети телефона, радио, телевидения интернет, сигнализации, оборудование, связанное со специализацией спортивного комплекса) и т.п.

Управленческие функции подсистемы «управление» в современном многофункциональном спортивном комплексе можно поделить на четыре группы основных процессов:

- процессы административного управления (директорат, бухгалтерия, отдел кадров и т.д.);
- процессы организационного управления (руководство клубов, общественных спортивных организаций, менеджмент в организации всех мероприятий, проводимых в комплексе);
- процессы профессионального управления в подсистемах «спортивная среда» и «сервис»;
- процессы инженерно-технического управления подсистемой «инже-

нерная инфраструктура).

Но главной функцией управляющего персонала является наладка и осуществление взаимодействия всех подсистем, подчиненных разработанному календарному и технологическому регламенту рассмотрев внутреннее строение системы с точки зрения предметного и функционального исследования, а также с учетом принципа максимального насыщения перспективного комплекса общественными и досугово-оздоровительными функциями, можно определить структуру системы, выявить и обосновать пространственные характеристики её основных подсистем и их элементов, а также основные связи между ними. В общем виде архитектурно-планировочная организация комплекса должна обеспечивать четкую и удобную взаимосвязь разноплановых и разноуровневых элементов подсистем «спортивная среда» и «сервис». Для этого предлагается рассматривать совокупность пространственных элементов каждой подсистемы в виде компоновочного блока. Так, например, «спортивную среду» может формировать один или несколько блоков: демонстрационное спортивное ядро («труба», главная арена); бассейн с аквапарком; тренировочные залы; помещения и залы для массового спорта. Центр-досуга и здоровья (ЦДЗ), как «магнит» для посетителей, с нашей точки зрения должен представлять собой самостоятельный компоновочный блок, одной из главных функций которого является обеспечение оптимальных взаимосвязей между другими компоновочными блоками. Отдельным компоновочным блоком может быть сформирована, гостиничная составляющая. Остальные элементы подсистем «сервис» (паркинги, раздевальные, пункты проката и т.д.), «управление» (офисные помещения, тренерские и т.д.), «инженерная инфраструктура» (все виды коммуникаций, инженерные помещения, технологическое оборудование и т.д.), «природа» (зимние сады, искусственные парково-ландшафтные образования и т.д.) в виде многоуровневых блоков-вставок заполняют пространственную структуру МСК с учетом функциональной целесообразности и грамотного архитектурного решения.

Прежде всего, результаты системного анализа позволяют выявить следующие разновидности комплексов по уровням организации основных процессов в надсистемах (городской и природной среды) и социально-экономическому значению. Региональные комплексы - регионального, государственного и международного значения, формируемые как крупные многоцелевые объекты (на базе стадионов или спортивных центров клубов, общественных спортивных организаций) для проведения и подготовки спортивных государственных или международных соревнований (спорт высших достижений). Городские комплексы - городского уровня, обслуживающие в основном городские соревнования и мероприятия (профессиональный спорт по игровым и индивидуальным дисциплинам), иногда региональные и международные (борьба, бокс, фехтование, гимнастика и др.). Районные комплексы - локального (районного) уровня, в большинстве своем входящие в состав социальных комплексов предприятий, объединений и организаций. Включе-

ние в комплекс бассейна (аквапарк) и гостиницы определяется в основном экономическими возможностями заинтересованных сторон (администрации района, города или руководства предприятия).

Таким образом, возможности системного подхода охватывают большой круг вопросов и позволяют добиться значительных результатов при проектировании и реконструкции спортивных комплексов.

Формирование архитектурной среды акваобъектов и спортивных бассейнов это изучение комплексного воздействия факторов естественной природной и искусственно созданной материальной среды, которому будет подвержен аквапарк.

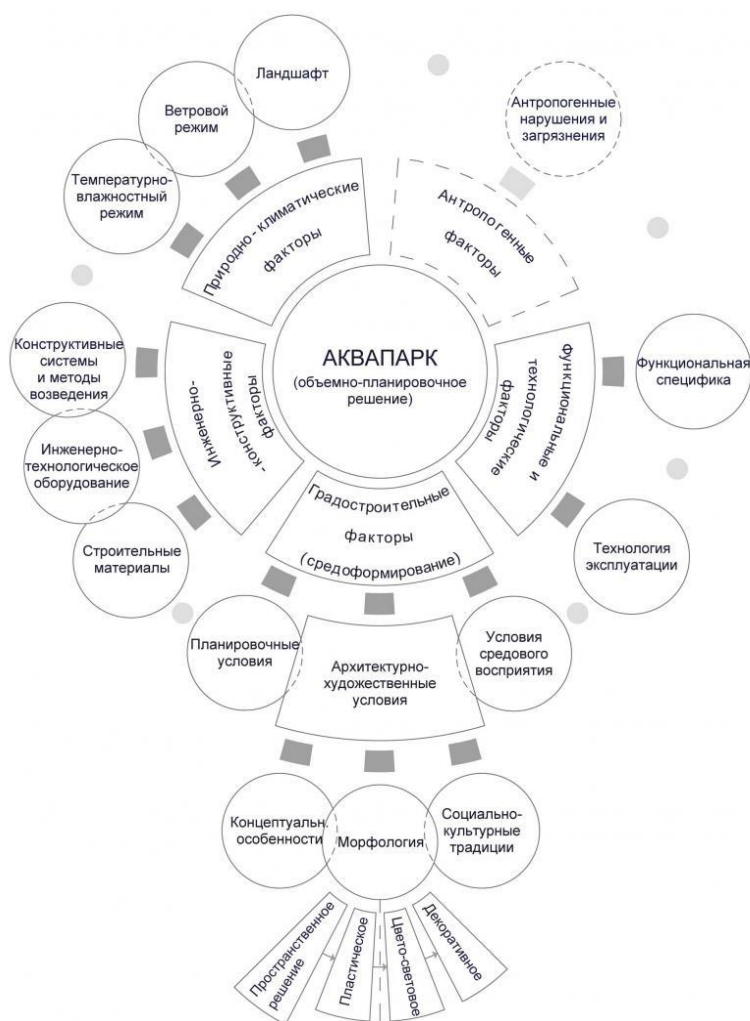


Рисунок 1 - Факторы, влияющие на формирование архитектуры аквапарков и спортивных бассейнов

Градостроительные факторы разделяются на три связанные подгруппы градостроительных условий, которые составляют комплекс параметров

оценки городской ситуации на предмет смысла введения в ее организацию сооружения РВК:

– первая подгруппа объясняет планировочные условия, на основных принципах которых допускается решение о возможности включения аквапарка в точную среду;

– вторая – включает условия средового восприятия объекта, в соответствии с критериями которых выбирается местоположение акваобъекта в структуре населенного пункта и в границах отведенного участка.

– третья подгруппа – это архитектурно-художественные условия, которые определяют степень соответствия проектируемого сооружения морфологическим и стилистическим особенностям близстоящих зданий.

Природно-климатические факторы являются структурной основой создания внутреннего пространства водного комплекса и самым стабильным фактором, влияющим на процесс его эксплуатации. Температурно-влажностный режим влияет на тип и форму ограждающего пространства, как средства создания внутреннего микроклимата «влажной» зоны.

Сопоставление архитектурного замысла с природно-климатическими факторами позволит создать выразительное архитектурное решение РВК и оптимально использовать природный потенциал территории.

Функциональные и технологические факторы применительно к аквапаркам характеризуются особенностями функционального зонирования объемно-пространственной структуры, видами и размещением технологического оборудования, эффективностью использования внешних пространств в виде дополнительных открытых акваторий и т.д.

В вопросе достижения оптимального режима функционирования аквапарка большую роль играют материальная оболочка здания и группа инженерно-конструктивных факторов, включающая каркасные системы и методы их возведения, строительные материалы и инженерно-техническое оборудование.

Зарубежный опыт говорит о целесообразности создания крытых аквасооружений с раздвижными покрытиями, обеспечивающими выгодные условия работы в любое время года и при любой погоде. Кроме того, подобная трансформация обеспечивает установление прямой визуально-функциональной связи объекта с внешней средой.

Задача создания искусственной природной среды «обитания» с климат-контролем решается также посредством выбора типа ограждающих конструкций и принципа установки инженерного оборудования.

На основе анализа влияния формообразующих факторов и обобщения мирового опыта предложены объемно-планировочные типы архитектурного средоформирования закрытых комплексов, пригодные для использования в условиях умеренного климата.

Первый тип – торцевой (подтип – угловой). Второй тип – линейный (продольный). Третий тип – атриумный (кольцевой). Четвертый тип – периметральный. Пятый тип – павильонный. Шестой тип – блочный. И седьмой

тип – комбинированный.

Системный подход предоставляет возможность в деталях проанализировать и рассмотреть вопросы организации пространства спортивного комплекса, оценить и выявить возможные ошибки при их проектировании или реконструкции. Соответственно при оценке или анализе исследуемого объекта необходимо анализировать и все связи в надсистеме. Формирование спортивного комплекса в городской среде требует решения-транспортных, инженерно-коммуникационных вопросов, взаимосвязи объектов комплекса с объектами окружения, чтобы обеспечить полноценную работу как надсистемы «городская среда» так и системы «спортивная среда».

Библиографический список

1. Боженко И. А. Развитие полифункциональных общественных сооружений [Электронный ресурс] / И.А. Боженко // Изв. вузов. Архитектон. - 2006. - № 2 (14) - Режим доступа: <http://archvuz.rlvmagazine/Numbers/2006>.
2. Бакшеева, Е. Е. Проблемы формирования современного аквапарка / Е. Е. Бакшеева, Ю. С. Янковская // Промышленное и гражданское строительство. - 2008. - N 3. - С. 18 – 19.
3. Горегляд В.О Архитектурная среда аквапарков / В.О.Горегляд, А.А. Алейников, А.С Федоров// Объекты общественного назначения с основной функцией досуга.-2007.-N 2.-С 16-20.

УДК 519.711.2:72

ВІМ ТЕХНОЛОГІЇ В АРХІТЕКТУРЕ

Каиркенов Х.К., Платонов А.В., Ладутько М.Д.,

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

Технология виртуальной реальности обладает огромным потенциалом для архитекторов и проектировщиков. От начального этапа до совместной работы над проектом, процесс проектирования здания с использованием ВІМ технологий, позволяет виртуальной реальности подавать идею интересней и привлекательней.

Ключевые слова: архитектура, виртуальная реальность, проектирование.

Появление приложений виртуальной реальности для архитектуры стало одной из главных историй последних нескольких лет - в будущем, виртуальная реальность станет неотъемлемой частью не только презентации проекта, но и процесса проектирования.

Одна из самых больших проблем, с которой сталкиваются архитекторы, это работа с клиентом, чтобы убедить его в том, что дизайн работает,

прежде чем получить ценную и работоспособную обратную связь, которая может быть интегрирована в готовый дизайн.



Рисунок 1 - Архитектурный проект загородного дома с гаражом

Чем крупнее проект, тем больше исполнителей в нем будет задействовано, нескольким людям будет предложено внести свой вклад в различные аспекты дизайна здания. Собрать всех этих людей в одной комнате для обсуждения этих дизайнерских решений может быть невероятно сложно, не говоря уже о том, что это отнимает много времени и неэффективно.

Планы этажей, 3D-визуализация и модели часто используются для передачи идеи конкретного пространства в рамках дизайна, но даже эти подходы – основной элемент архитектурного дизайна – могут не обеспечить эффективную передачу идей клиентам.

Именно здесь виртуальная реальность вступит в свои права. ВМ технологии позволяют пользователям увидеть все особенности конкретной комнаты, этажа или дизайна здания в целом. Виртуальная реальность для архитектуры работает как инструмент презентации, позволяя клиентам получить представление о том, как будет выглядеть дизайн в масштабе и на более интуитивном уровне. Чтобы быть по-настоящему эффективной, технология виртуальной реальности должна позволить клиентам полностью взаимодействовать с предлагаемой моделью, вплоть до того, чтобы иметь возможность открывать и закрывать двери и окна, включать и выключать свет и перемещать объекты по комнате. Затем этот уровень взаимодействия должен стать частью обратной связи клиента – т. е. какие аспекты дизайна особенно понравились клиенту? Что им не понравилось?

Преимущества использования ВМ технологий для архитектуры:

1. Низкие Начальные Затраты

При рассмотрении вопроса о внедрении технологии виртуальной реальности в архитектурную практику затраты на запуск относительно невелики.

Для внутренних презентаций и пошаговых руководств было бы полезно использовать оборудование более высокого класса, такое как “Oculus Rift” или HTC Vive” -гарнитуры стоят около 600-800 долларов за единицу. Для архитекторов каждый клиент, будет означать, что деньги потрачены не зря.

2. Получить Конкурентное Преимущество

Если архитектор готовится к работе, и теперь их очередь представить потенциальному клиенту, как вы думаете, кто из них выиграет этот день?

– Компьютерный 3D-рендеринг?

– Или полностью захватывающий опыт виртуальной реальности?

Мы бы поспорили, что последнее выйдет на первое место, при условии, что дизайн будет современным. Это происходит потому, что потенциальный клиент выиграет или проиграет от своей способности по-настоящему визуализировать готовый дизайн. Что может быть лучше, чтобы помочь им в этом, чем предоставить им подробное представление в масштабе, с которым они могут ходить и взаимодействовать?

Поэтому для архитекторов крайне важно опережать технологические процессы и становиться лидером отрасли, когда дело доходит до обеспечения более прибыльного бизнеса.

3. Размещение клиента в виртуальном и подробном представлении проекта здания теоретически сделает процесс обратной связи немного более простым.

Клиенты смогут увидеть, все особенности дизайна, лучше, чем, возможно, если бы они просматривали план этажа или 3D-модель. А это означает меньше времени, потраченного на то, чтобы пересматривать проекты и ждать дальнейших отзывов.

4. Еще одним важным аспектом архитектурного проектирования является понимание того, как человеку удастся ориентироваться в здании.

Используя виртуальную реальность для проектирования архитектуры, становится возможным, например, протестировать маршруты к аварийным выходам.

Хотя обычно это проверялось с помощью компьютерных моделей, виртуальная реальность позволит реальным людям реагировать на реальные сценарии, помогая архитекторам лучше понять, насколько безопасен их дизайн на самом деле и какие улучшения, возможно, требуются.

Изображение трехмерных (3D) данных имеет решающее значение для проектирования. Важность использования новых технологий неоспорима. Благодаря точному прогнозированию внешнего вида новых архитектурных объектов и их влияния на окружающую среду, можно сэкономить много финансовых ресурсов до начала строительных работ. Простота интеграции общественных интересов в процесс обсуждения может повысить удовлетворенность населения и разделить процесс принятия решений.

Библиографический список

1. Жданов, Н. В. Архитектурно-дизайнерское проектирование: виртографика : учебное пособие для вузов / Н.В. Жданов, А.В. Скворцов. – Москва : Юрайт, 2022. – 78 с. – ISBN 978-5-534-13363-9. – URL: <https://urait.ru/bcode/497423> (дата обращения: 23.02.2022).

2. Жданов, Н. В. Бионика для дизайнеров : учебное пособие для вузов /

Н.В. Жданов, А.В. Скворцов, М.А. Червонная, И.А. Черныйчук. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2022. – 232 с. – ISBN 978-5-534-07462-8. – URL: <https://urait.ru/bcode/494228> (дата обращения: 23.02.2022).

3. Жердев, Е. В. Архитектурно-дизайнерское проектирование: метафора в дизайне : учебное пособие для вузов. – 3-е изд. – Москва : Юрайт, 2022. – 573 с. – ISBN 978-5-534-14699-8. – URL: <https://urait.ru/bcode/493982> (дата обращения: 23.02.2022).

4. Заварихин, С. П. Архитектура: композиция и форма : учебник для вузов. – Москва : Юрайт, 2022. – 186 с. – ISBN 978-5-534-02924-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/492297> (дата обращения: 23.02.2022).

5. Коткина, И. К. Виртуальная реальность - будущее совместной разработки (технический перевод) / И. К. Коткина ; науч. рук. Т. Г. Моисеенко // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 14-16 мая 2019 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2019. – Вып. 23. Ч. 2. Гуманитарные науки. – С. 361-363. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrArticlesSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=11&lngEdition=6292&lngFile=6261&strParent=LibrArticlesSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 21.02.2022).

6. Хейфец, А. Л. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1 : учебник и практикум для спо / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева. – 3-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2022. – 328 с. – ISBN 978-5-534-07976-0. – URL: <https://urait.ru/bcode/494513> (дата обращения: 23.02.2022).

УДК 691.11

ДРЕВЕСИНА – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Канке Ю.Н.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

Рассматривается применение древесины в современном строительстве на территории РФ и за рубежом, её преимущества и недостатки, а также продукты её модифицирования. Показывается опыт деревянного строительства в настоящее время.

Ключевые слова: дерево, древесина, деревянные конструкции, строительство, деревянное строительство, модифицирование древесины, CLT-панели, LVL-брус, термодревесина, многоэтажные дома.

Совместно со стремлением к экологически чистым зданиям и сооружениям возросло применение конструкций из древесины. Отличительной осо-

бенностью дерева является его возобновляемость, и при правильном его применении сохраняется здоровье лесов. Грамотная вырубка даже способствует снижению риска пожаров. Постоянная посадка новых деревьев поддерживает мировую экосистему. Благодаря современным технологиям конструирования и методам обработки дерево становится достойным конкурентом стали и железобетона, так как происходит улучшение существующих и появление новых свойств. В настоящее время конструктивные и архитектурные решения позволяют возводить из древесины многоэтажные жилые дома, различные общественные сооружения – деловые центры, аэропорты и даже небоскребы.

В строительстве Европы, США и Японии идет активное использование древесины. Объем деревянных объектов строительства в Европе достигает 80 % от всех современных зданий и сооружений, причем его доля каждый год возрастает на 20 %. В частности, в Австрии, Финляндии и Германии идет положительная динамика применения деревянного строительства.

Однако в России даже владении большой доли древесины (около 20 % мирового запаса) лесная промышленность мало развита и экономически малопродуктивна.

В российском опыте современного строительства большую часть древесины применяют для строительно-монтажных работ (опалубка, леса, подмости). На рисунке 1 показана структура использования лесоматериала в строительстве, состоящая из областей:

- вспомогательный материал для строительно-монтажных работ;
- несущие деревянные конструкции;
- малоэтажное домостроение;
- настилы для кровли, обрешетка;
- столярные изделия.

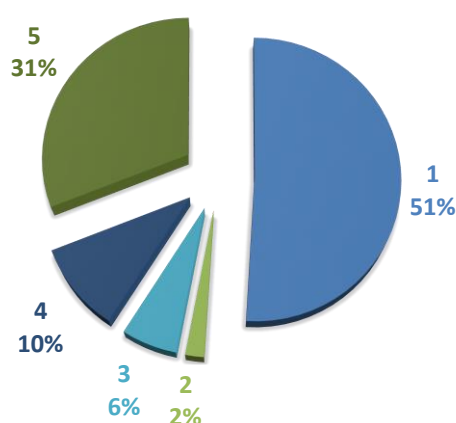


Рисунок 1 – Структура использования лесоматериала в строительстве в России

При этом в России отдают предпочтение более привычным строительным материалам для конструкций – камню, стали и железобетону.

Причины данного явления:

- недостаток нормативной базы;
- малое технологическое развитие;
- малое распространение информации о достоинствах использования древесины как строительного материала в конструкциях;
- существование заблуждений о нерациональности деревянного строительства.

Несмотря на все предубеждения интерес к деревянному домостроению возрастает с каждым годом. Заказчики чаще отдают предпочтение дереву для выразительного архитектурного решения, каркасные деревянные дома становятся одними из самых востребованных. Ввиду этого в РФ ставится вопрос о предоставлении льготных кредитов на строительство и приобретение жилья в домах из дерева.

Древесина как строительный материал имеет ряд преимуществ. В частности, высокие показатели акустических свойств определяют ее применение в качестве отделки лучших концертных залов. При низкой плотности древесина обладает высокой прочностью. Деревянные конструкции при отсутствии коррозии и хорошей устойчивости к влаге используют для покрытий сооружений водного спорта. Такие качества дерева как экологичность и эстетика положительно влияют на микроклимат. К преимуществам также относятся и малые энергетические и трудовые затраты, высокотехнологичный и быстрый монтаж, возможность работы в сложных инженерно-геологических условиях, с сейсмической активностью, на участках где есть поземные выработки и просадочность грунтов. Помимо этого, производство, обработка, транспортировка и монтаж конструкций из дерева низки в цене и экономически выгодны. А древесина низкого сорта, отходы и щепы при дальнейшей специальной обработке обретают высокую прочность и становятся высокотехнологичными материалами с большими сроками эксплуатации.

При существующих достоинствах можно выделить и следующие недостатки древесины:

- ползучесть;
- различные показатели свойств, при разной степени влажности;
- неоднородное строение материала, связанное с образованием годичных слоев;
- возможность загнивания, поражения насекомыми, легкая возгораемость;
- анизотропия – неодинаковость физических свойств древесины и древесных материалов в разных направлениях.

Преследуя цель – уменьшить или совсем исключить вышеперечисленные недостатки – производят модифицирование древесины. В процессе материал обретает новые свойства или улучшает существующие. Можно выделить несколько основных видов модифицированной древесины:

- прессованная;
- модифицированная с помощью химических и механических

процессов;

- механохимически модифицированная;
- пропитанная под воздействием ионизирующего излучения;
- обработанная веществами, которые меняют тонкую структуру и химический состав;
- современные виды модифицированной древесины.

К современным видам модифицированной древесины относятся: термодревесина, CLT-панели, панели МНМ, LVL-брус и др. Рассмотрим каждый отдельно. Термодревесина разработана в конце 20 века, когда по результатам исследований выяснилось, что сильно нагретый пар меняет биологический состав древесины на уровне молекул. Это повысило её свойства и эксплуатационные характеристики, но сделало более хрупкой. За счет этого возникает необходимость специальной обработки участков, открытых прямым лучам солнца, для защиты от ультрафиолета. Число заводов, занимающихся производством термодревесины, увеличивается с каждым годом – в настоящее время их уже около 40. В частности, значительная их часть находится в Финляндии, Германии, Австрии, России, Нидерландах и Франции. При этом есть более десяти различных способов термообработки древесины.

Большое распространение в современном опыте строительства получил такой вид модифицированной древесины как CLT-панели (Cross Laminated Timber – «поперечно-клееный брус»). Панель состоит из строганных досок двенадцатипроцентной влажности и 30 мм в толщине. Число досок должно быть нечетным – от 3 до 9 штук, что зависит от назначения панелей, которые впоследствии клеят крест-накрест в пакет. Шириной плиты бывают до 4 метров – 0,6 м, 1,2 м или 2,95 м, длиной – до 24 м, толщиной – от 57 мм до 500 мм. Клеи используют экологичные, меламиновые или полиуретановые. В процессе склеивания под прессом с высоким давлением происходит снижение усадочных характеристик до минимума, CLT-панели начинают представлять собой монолит с высокой несущей способностью, готовый конкурировать с железобетоном. У панелей высокая огнестойкость, сейсмическая приспособленность, низкая звуко- и теплопроводность. Крупные панели собирают в комплекты домов заводской готовности уже непосредственно на строительной площадке, так что они достаточно легки в установке. Использование CLT-панелей дает возможность проектировать и строить деревянные здания от 12 до 18 этажей, что активно применяется в странах Америки, Европы и Австралии. Из-за упомянутых выше причин малого использования в РФ древесины, а также конкуренции с клееным брусом, данные панели мало распространены в отечественном строительстве, но уже наблюдается положительная динамика их применения, о чем говорят ряд заводов, занимающихся производством CLT – панелей в России.

Помимо этого, среди новейших современных технологий выделяют панели МНМ (Massiv-Holz-Mauer) – «твердая деревянная стена»). Они представляют собой стену из перекрещенной доски без использования клея.

МНМ состоит из крестообразных досок, которые соединяются гвоздями. Ширина досок может быть любой, толщина 23-24 мм, сорт 3 или 4, влажность двенадцатипроцентная. Сами панели получают толщиной от 115 мм до 340 мм. Число слоев должно быть нечетным – от 5 до 15, точное количество зависит от расположения панели во всем объеме здания. Панели обрабатываются на станках с числовым программным управлением, торцы фрезеруются по контуру, опиливаются под размер, формируются проемы под окна и двери и технологические отверстия под инженерные сети. Форма стены МНМ стабильна, достаточно стойка к усадке и усушке.

Такой вид модифицированной древесины, как LVL-брус (Laminated Veneer Lumber – «ламинированный шпонированный пиломатериал») представляет собой слои лущеного шпона древесины лиственницы, сосны и ели. Количество слоев варьируется от 3 до 9, толщина каждого из которых составляет 3 мм. Брусья и плиты формируются длиной до 20,5 м, шириной от 64 мм до 1250 мм, толщиной от 27 мм до 90 мм. При высокой прочности на горизонтальные нагрузки открывается возможность их использования в несущих элементах каркаса, а большая длина допускает проектирование большепролетных конструкций до 36 метров. Также LVL-брус хорошо переносит агрессивную среду и высокую влажность из-за отсутствия пористости.

Из указанных выше материалов можно собирать комбинации и использовать гибридные варианты в проектировании и строительстве. Например, сам каркас состоит из железобетона, а композиционная древесина применяется в виде ограждающих конструкций и второстепенных балок.

Показательным примером применения древесины в современном опыте строительства служит студенческое общежитие в Канаде вместимостью 400 жилых мест. 18-этажное здание представляет собой комбинацию из CLT-плит перекрытия и CLT несущих опор. Скорость проектирования и строительства была увеличена с помощью BIM-моделирования. В качестве ядра жесткости выступал железобетонный сердечник для лифтов, другие конструкции составляли CLT-панели. Здание прошло проверку по нормам пожаробезопасности и экологическим требованиям. Данный проект общежития открыл возможность использования CLT-панелей при проектировании и строительстве зданий выше 6 этажей.

Жилой дом из модулей «79 & Park» в Стокгольме также служит хорошим примером деревянного строительства. Здание повторяет облик зеленого растительного холма недалеко от коммунального парка. Деревянный жилой комплекс представляют кубические модули, расположенные друг за другом и разные по размеру. Это создает террасную композицию фасадов, олицетворяющую гармоничное взаимодействие архитектуры и окружающей среды, а главным, поддерживающим эту идею элементом выступает дерево.

В современном проектировании и строительстве все чаще применяется дерево. Появляются и используются новые технологии производства деревянных материалов, имеющих улучшенные свойства - высокая прочность, огнестойкость и долговечность. Благодаря этому древесина выступает до-

стойным строительным материалом. Опыт реализованных проектов доказывает положительное влияние в применении дерева как экологичного и эстетичного элемента современного строительства. Это подтверждает активное использование деревянных конструкций в Европе, Северной Америке и Японии, где их объем увеличивается с каждым годом. Отечественный рынок уступает, но предпосылки его развития уже созданы.

Библиографический список

1. Иванченко И.А., Деревянная архитектура - архитектура будущего / И.А.Иванченко // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2019. – №3. – С.88-95.

2. Косов И.И. Применения древесины в качестве конструкционного материала в XXI веке / И.И.Косов // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2019. – №2. – С. 16.

3. Платонова С.В. Актуальные проблемы развития малоэтажного строительства / С.В.Платонова // Социально-экономические аспекты современного развития России. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза, 2009. – С. 87–89.

4. Платонова С.В. Технология индивидуального строительства и экологичность / С.В.Платонова // Экология и жизнь. XVI Международная научно-практическая конференция, апрель 2009 – Пенза, 2009. – С. 103–105.

5. Платонова С.В. Экологические приоритеты в проектировании частного сектора / С.В.Платонова // Экология и жизнь. Материалы XVII Международной научно-практической конференции. – 2009. – С. 97–100.

6. Щелокова Т.Н. Современные тенденции улучшения свойств древесины и деревянных строительных конструкций / Т.Н.Щелокова // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. – 2018. – №6. – С. 39–45.

УДК 624

ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Кастырина А.И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

Основная проблема массового многоэтажного строительства проявилась в Советском Союзе, влияние которого сказывается на опыте Российской Федерации и сегодня. Сравнивая типовые планировки жилых зданий рядов советского и современного периодов, становится очевидной деградация планировочных решений, неумелое копирование старого без приспособления к новым условиям и технологиям строительства.

Ключевые слова: здания, обследование, техническое состояние.

«Высокое здание» — многоэтажное сооружение, которое соответствует малоэтажному строению, но перемещение между этажами в котором целесообразнее осуществлять с помощью лифтов.

Поскольку взаимного согласия по этому вопросу нет, можно условно указать, что высотная среда определяется на уровне 20-30 метров или 6-10 этажей. Уже такая этажность может позволить решить проблему расселения большого количества людей, разместить их на ограниченной городской территории и сделать это за короткий срок.

Несмотря на это, высотные здания создают ряд негативных воздействий, на которые стали обращать внимание уже во второй половине 20 века. Уильям Уайт описывал такие здания как сложные конструкции, которые изменяют микроклимат помещений, влияют на ветровые потоки и ограничивают естественное освещение.

Таким образом, общее признание недостатков высотной среды в России и мире позволяет говорить о серьезных пространственных и эксплуатационных последствиях такой типологии застройки.

Не экологичность во многом обусловлена высоким ростом застроек, что требует большой материальной наполненности его структурной системы. Должно быть здание выдерживает большие потоки ветра, имеет возможность транспортировать и перекачивать материалы по высоте подъема, нуждается в дополнительном подкреплении для перемещения людей по подъему, энергия также улавливает другие аспекты, связанные с напряженной вертикальностью.

Еще одной проблемой является негуманное использование земли вокруг многоэтажек — большая часть полезной площади отводится под парковочные места, так как рост этажности прямо пропорционален количеству людей с автомобилями.

Также важно отметить значительную нагрузку на инфраструктуру, дорожные системы и общественный транспорт в регионах с высокой плотностью населения, что приводит к перенаселенности и пробкам.

Вышеуказанные особенности предусматривают российскую ситуацию, когда вопреки желанию жителей многоэтажные дома возводятся практически без учета особенностей городской среды, быта и психологии человека.

В совокупности эти проблемы препятствуют установлению устойчивых социальных отношений. Люди, проживающие в многоэтажных жилых домах, подвержены влиянию неблагоприятной и агрессивной среды. Социально неблагоприятный город повышенной разобщенности жителей, склонный к недовольству и преступности, обезличенная среда порождает депрессивные и вредные мысли людей. Более того, отсутствие в таких средах рекреационных и природных зон лишь усугубляет социальные проблемы, сопровождающиеся сопутствующим ущербом окружающей среде.

Еще одним аспектом является тень, которую высокие здания отбрасы-

вают на соседние здания, улицы, парки и открытые пространства, тем самым ограничивая поступление естественного света. Эффекты этой тени различаются в зависимости от климата. Например, в зоне жаркого климата затенение многих городских пространств в течение длительного времени следует считать полезным для повседневной деятельности.

Также тень оказывает влияние на растительность и зеленые насаждения, которые являются жизненно важными для социальной деятельности людей. Отсутствие прямых солнечных лучей приводит к отказу от концепции зеленой архитектуры и препятствует массовому озеленению. По этой причине в густонаселенных жилых районах отсутствует богатая растительность.

В целом высотные здания могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Это влияет как на качество городского воздуха, так и на количество производимых материалов и отходов. Конечно, высотные здания являются лишь частью комплекса экологических проблем, с которыми мы можем столкнуться, поэтому проблемы, связанные с чрезмерной этажностью, составляют лишь малую долю от их общего количества. Однако это не отменяет тех последствий, к которым могут привести высотные здания по отношению к окружающей среде.

Подводя промежуточные итоги можно сказать, что высотные здания являются частью городской среды, которая, на первый взгляд, имеет ярко выраженный негативный оттенок. Исходя из этого влияния, города должны либо качественно решать вышеперечисленные проблемы, либо постепенно отказываться от такой типологии развития. Однако сегодня города не могут обойтись без высотных зданий, что заставляет обратить внимание на имеющиеся объективные преимущества многоэтажных проектов.

Одним из важных преимуществ является наибольшая вместимость жителей на единицу площади земли. Эта особенность позволяет, во-первых, сохранить и защитить дополнительные земли от строительства и, во-вторых, снизить энергозатраты и выбросы углерода в окружающую среду, связанные с маятниковой миграцией, если территория расположена ближе к местам приложения труда.

В основном положительная критика высотной среды сводится к высокой транспортной полезности для жильцов, при удобном расположении, а также возможности размещения большого количества людей, что подразумевает проживание в многоэтажных домах наиболее благополучной части населения. Возможно, это связано с дороговизной эксплуатации как самих зданий, так и пространства вокруг них, так как в случае заселения таких зданий малоимущими, как правило, многоэтажные комплексы оказываются малоэффективными.

Таким образом, жизнь в высотном здании может быть более подходящей для определенных жизненных этапов, и некоторые культуры лучше подходят для людей, чем другие, в зависимости от организации пространства. Например, можно предположить, что многоэтажные среды наименее подходят для людей с ограниченной подвижностью и взрослых, или в некоторых

странах, таких как Сингапур, отличный дизайн в сочетании с культурными практиками привел к социально успешным многоэтажным застройкам.

Высотные дома целесообразны в тех ситуациях, когда они расположены в благополучных районах, ориентированы на состоятельных людей, просторны, а жители сами выбрали именно этот тип жилья из других альтернативных вариантов.

В целом высотные здания представляют собой сложные объекты, оказывающие комплексное воздействие на городскую среду. Безусловно, такая типология имеет определенные проблемы, начиная от дороговизны строительства и обслуживания и заканчивая возможным негативным влиянием на социальную и экологическую обстановку. Но, несмотря на это, у него есть и свои преимущества, к которым можно отнести большую вместительность и чрезмерную функциональность.

В связи с этим, основываясь на таких примерах, как Сингапур или Дубай, можно предположить, что при правильном проектировании высотных зданий в городскую среду они могут эффективно вместить большое количество жителей, одновременно увеличивая взаимодействие и экономическую эффективность.

В конечном итоге, используя современные технологии, местную культуру и контекст, природную среду и экономически эффективные решения, мы сможем создавать удобные и практичные города, основной положительный вклад в среду которых будут вносить высотные здания.

Библиографический список

1. Глазунов, С. Доступное жилье: люди и национальный проект : публицистика / Глазунов С., Самошин В. – Москва : Европа, 2006. – 96 с. – ISBN 978-5-9739-0065-7. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=44831> (дата обращения: 23.02.2022).

2. Черданцева, Д. П. Доступное жилье для маломобильных групп населения / Д. П. Черданцева ; науч. рук. Е. А. Автушко // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13-15 мая 2015 г. – Новокузнецк : СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч. 4 : Естественные и технические науки. – С. 254-257. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrArticlesSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=38&lngEdition=2161&lngFile=2150&strParent=LibrArticlesSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 23.02.2022).

3. Батина, Ю. А. Типологии организации пространства архитектурного объекта / Ю. А. Батина ; науч. рук. С. В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-21 мая 2020 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. Ч. 5. Технические науки. – С. 141-143.

4. Беликова, А. А. Архитектурно-художественный облик здания / А. А. Беликова ; науч. рук. С. В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспи-

рантов и молодых ученых, 19-21 мая 2020 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. Ч. 5. Технические науки. – С. 144-146.

5. Герасимова, А. В. Свобода творчества в архитектуре г.Новокузнецка / А. В. Герасимова ; науч. рук. С. В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-21 мая 2020 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. Ч. 5. Технические науки. – С. 180-182.

6. Куксина, Д. В. Городская архитектура и репрезентация в архитектуре / Д. В. Куксина ; науч. рук. С. В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-21 мая 2020 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. Ч. 5. Технические науки. – С. 220-225.

УДК 624.031

РАСЧЕТ СЕГМЕНТНОЙ ФЕРМЫ

Копытова Е.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

Развитие деревянных ферм в России набирает очень большие обороты в проектировании и домостроениях. Деревянные фермы можно использовать еще не только в строительстве домов, но и в проектировании мостов. В данной статье рассмотрен расчет настила по сегментной деревянной ферме для г. Волгоград.

Ключевые слова: ферма, кровля, техническое состояние.

Древесина - древнейший строительный материал. Первые упоминания о древесине, как о строительном материале были в период Древнего мира (мост через р.Тибр) и эпоху Возрождения (мост Палладио).

Древесина, благодаря своим физическими и механическими свойствами, по сей день пользуется большим спросом в строительстве. Причиной этого является легкая обработка, доступность и высокая прочность. Так же при помощи дерева можно перекрыть пролеты длиной 30м.

Выбор древесины очень обширен, так как каждая порода имеет свои преимущества и недостатки. Порода выбирают на этапе проекта, исходя от климатических условий, внешних нагрузок и предпочтений заказчиков.

Основные элементы деревянной фермы: раскосы, стойки, обрешетки. Такая конструкция будет обеспечивать скелет кровли. Основной задачей ферм является - передача нагрузок на нижележащие конструкции.

Преимущества деревянных ферм:

- малый вес;

- простота и удобство в монтаже;
- низкое давление на несущие стены;
- небольшая стоимость;
- простота изготовления;
- незатруднительная доставка на рабочее место;
- возможность быстро изготовить изделие по индивидуальному заказу, обеспечить гибкость производства ферм.

Деревянные фермы можно крепить временно при помощи гвоздей к деревянным стенам, связывать между собой в единую несущую систему без применения сварки, устанавливая в нужное положение силами двух-трёх человек.

Типы деревянных ферм:

- с параллельными поясами (для устройства перекрытий между этажами);
- треугольные фермы (при строительстве крыш для частных домов);
- прямоугольные фермы (для строительства крыш с небольшим уклоном);
- фермы с трапециевидными очертаниями.

В качестве показателя прочности деревянных ферм, приведем расчет настила по сегментной ферме (рисунок 1). Для города Волгоград, порода древесины - сосна, пролет 30 м, длина 78 м, высота до низа несущей конструкции покрытия 4,4 м, ограждающая конструкция - дощатые щиты.

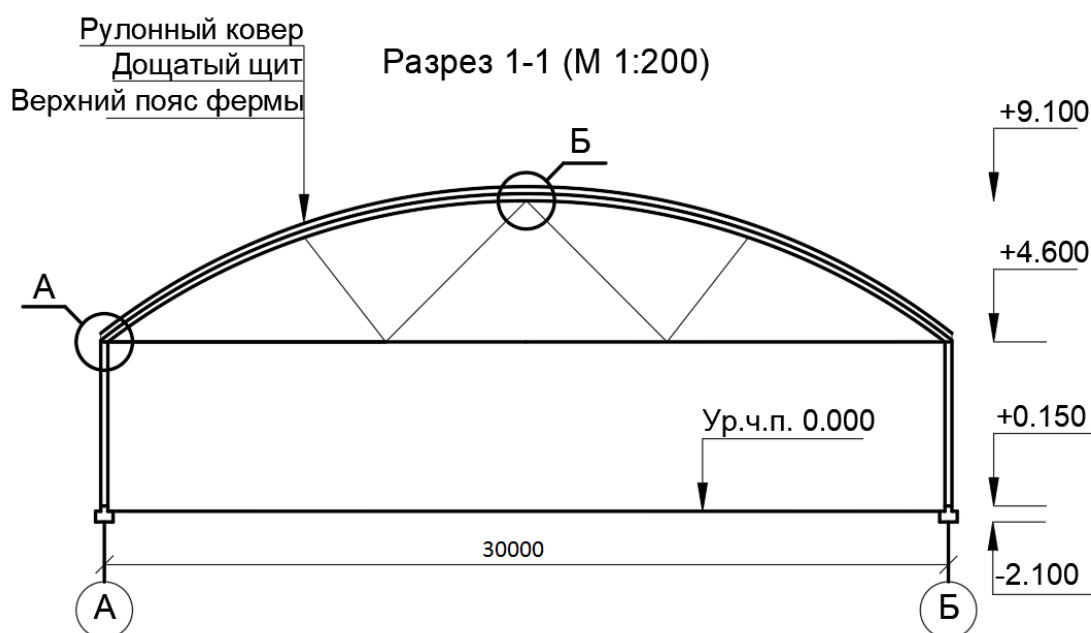


Рисунок 1 – Расчётная схема фермы

За расчетную схему настила принимается однопролетная балка, опорами которой являются обвязочные брусья.

Пролет настила $l_n = 900$ мм. Ширина расчетной полосы 1 м. Нагрузки собраны в таблице 1.

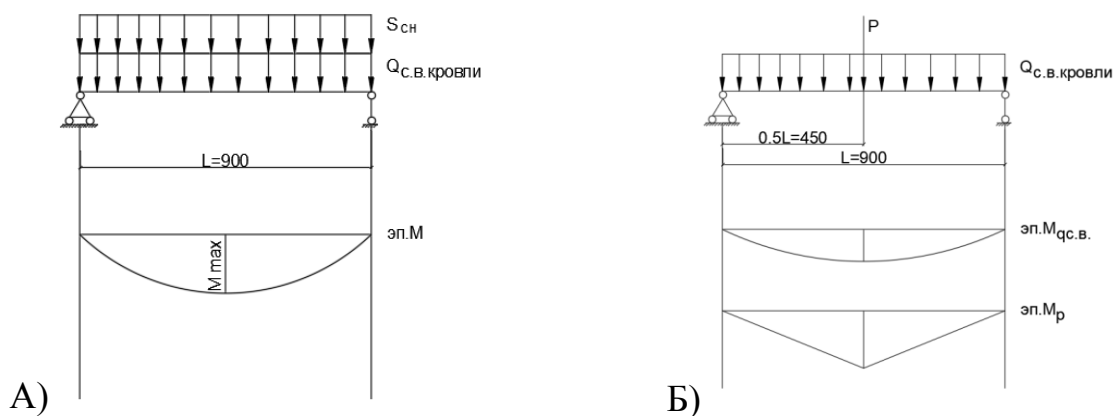


Рисунок 2 – Схемы загрузки а) первая, б) вторая

Снеговая нормативная нагрузка:

$$S_{CH}^H = S_0 \cdot \mu = 1,65 \cdot 1 = 1,65 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Снеговая расчетная нагрузка:

$$S_{CH}^P = S_{CH}^H \cdot \gamma_{снега} = 1,65 \cdot 1,4 = 2,31 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

Таблица 1 – Сбор нагрузок на покрытие

Элементы и подсчет нагрузок	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке, γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
Рубероидная трехслойная кровля	0,09	1,3	0,117
Верхний защитный настил 0,018·5	0,09	1,1	0,099
Рабочий настил 0,032·5·0,5	0,08	1,1	0,088
Утеплитель (пенополистерол ГОСТ 15588-70 · $\gamma = 40 \text{ кН/м}^3$) Толщиной 100 мм. 0,1·0,4	0,04	1,2	0,048
Пароизоляция	0,021	1,2	0,0252
Нижний защитный настил 0,018·5	0,09	1,1	0,099
Обвязка: $\frac{2 \cdot (10,1 \cdot 0,2) \cdot 5}{1}$	0,2	1,1	0,22
Итого:	0,611		0,6962

$$q_{\text{кровли}}^{\text{Н с.в.}} = q_{\text{рубер}}^{\text{Н с.в.}} + q_{\text{р.н}}^{\text{Н с.в.}} + q_{\text{э.н}}^{\text{Н с.в.}} = 0,09 + 0,08 + 0,09 = 0,26 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$q_{\text{кровли}}^{\text{Р с.в.}} = q_{\text{рубер}}^{\text{Р с.в.}} + q_{\text{р.н}}^{\text{Р с.в.}} + q_{\text{э.н}}^{\text{Р с.в.}} = 0,117 + 0,088 + 0,099 = 0,304 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$q^{\text{Н}} = \left(q_{\text{кровли}}^{\text{Н с.в.}} + S_{\text{СН}}^{\text{Н}} \right) \cdot 1 \text{ м} = 0,26 + 1,65 = 1,91 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

$$q^{\text{Р}} = \left(q_{\text{кровли}}^{\text{Р с.в.}} + S_{\text{СН}}^{\text{Р}} \right) \cdot 1 \text{ м} = 0,304 + 2,31 = 2,614 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

Расчет настила по двум схемам загрузки представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет настила

1-я схема загрузки	2-я схема загрузки
$M_{\text{max}} = \frac{q^{\text{Р}} \cdot l_{\text{Н}}^2}{8} = \frac{2,614 \cdot 0,9^2}{8} = 0,265 \text{ кН} \cdot \text{м}$ $W_{\text{наст}} = \frac{b_{\text{расч}} \cdot \delta_{\text{р.н}}^2}{6} = \frac{100 \cdot 3,2^2}{6} = 170,67 \text{ см}^3$	$M_{\text{max}} = \frac{q_{\text{кровли}}^{\text{Р с.в.}} \cdot l_{\text{Н}}^2}{8} + \frac{P \cdot l_{\text{Н}}^2}{4} =$ $\frac{0,304 \cdot 0,9^2}{8} + \frac{1,2 \cdot 0,9}{4} = 0,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$ $W_{\text{наст}} = \frac{b_{\text{расч}} \cdot \delta_{\text{р.н}}^2}{6} = \frac{50 \cdot 3,2^2}{6} = 85,33 \text{ см}^3$
<p>Проверяем по I группе предельных состояний прочность выбранного сечения</p> $\delta = \frac{M_{\text{max}}}{W_{\text{наст}}} = \frac{0,265 \cdot 100}{170,67} = 0,1553 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 14,93 \text{ МПа}$	<p>Проверяем по I группе предельных состояний прочность выбранного сечения</p> $\delta = \frac{M_{\text{max}}}{W_{\text{наст}}} = \frac{0,3 \cdot 100}{85,33} = 0,3515 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 14,93 \text{ МПа} \leq R_{\text{изг}} = 1,15 \cdot 0,35 = 1,15 \cdot 14,93 \text{ МПа} \leq R$
<p>Выбранное сечение проверяем по II группе предельных состояний (по деформациям)</p> $\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^{\text{Н}} \cdot l_{\text{наст}}^3}{E \cdot I_{\text{наст}}} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$ $I_{\text{наст}} = \frac{b_{\text{расч}} \cdot \delta_{\text{р.н}}^3}{6} = \frac{100 \cdot 3,2^3}{6} = 273,067 \text{ см}^3$ $\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{\left(\frac{1,91}{100} \right) \cdot 90^3}{10^3 \cdot 273,067} \leq \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{150} = 0,0067$	

Вывод: конструкции из дерева способны выдерживать большие значения нагрузок.

Библиографический список

1. Вдовин, В. М. Конструкции из дерева и пластмасс. Клеедощатые и клефанерные конструкции : учебное пособие для вузов. – 2-е изд., испр. и

доп. – Москва : Юрайт, 2022. – 211 с. – ISBN 978-5-534-04616-8. – URL: <https://urait.ru/bcode/492488>.

2. Вдовин, В. М. Конструкции из дерева и пластмасс. Ограждающие конструкции : учебное пособие для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2022. – 178 с. – ISBN 978-5-534-04618-2. – URL: <https://urait.ru/bcode/492489>.

3. Вдовин, В. М. Конструкции из дерева и пластмасс. Проектирование деревянных ферм : учебное пособие для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2022. – 154 с. – ISBN 978-5-534-04615-1. – URL: <https://urait.ru/bcode/492487>.

4. Платонов, А. В. Оценка технического состояния строительных конструкций / А. В. Платонов ; науч. рук. С. В. Платонова // Современная наука: актуальные проблемы, достижения и инновации : сборник статей по материалам второй Всероссийской научно-практической конференции, 2021 г. – Белебей, 2021. – С. 117-119.

5. Платонова С.В. Экологические приоритеты в проектировании частного сектора / С.В.Платонова // Экология и жизнь. Материалы XVII Международной научно-практической конференции. – 2009. – С. 97–100.

6. Семенов, К. В. Конструкции из дерева и пластмасс. Деревянные конструкции / К.В. Семенов, М.Ю. Кононова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 136 с. – ISBN 978-5-8114-9097-4. – URL: <https://e.lanbook.com/book/184170>.

7. Цай, Т. Н. Строительные конструкции. Металлические, каменные, армокаменные конструкции. Конструкции из дерева и пластмасс. Основания и фундаменты / Т.Н. Цай, М.К. Бородич, А.П. Мандриков. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 656 с. – ISBN 978-5-8114-1313-3. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168531>.

УДК 624.05

ЗАВОДСКИЕ МОДУЛИ ДЛЯ СБОРНЫХ ЗДАНИЙ

Ладутько М.Д., Прокаев Д.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

В статье представлено исследование и обоснование концепции возведения сборных зданий из модулей на заранее подготовленном фундаменте с комплексной оценкой качества, точности, конструктивности и безопасности строительных блоков надстройки. В настоящее время появилась необходимость в возведении доступного жилья в короткие сроки.

Ключевые слова: модульные сооружения, эксплуатация, возведение.

Строительство из сборных конструкций является перспективной отраслью, но необходимо провести исследования по выбору оптимальных организационных и технологических решений, согласовывая их с теми современными стандартами и требованиями.

Оценить эффективность сборного строительства можно благодаря инженерно - геотехническому обследованию и условиям строительства. Монтаж сборных сооружений из заводских модулей затруднён из-за отсутствия необходимого обоснования при использовании модульных систем, единой методики проектирования, транспортировки, сборки и разборки сборных модульных сооружений. Использование модернизированных комплексов сооружений делает возможным создание системы сборных конструкций сооружения из заводских модулей с заранее подготовленным фундаментом, подключенными инженерными сетями, дорогами, коммунальными службами, когда модули доставляются на строительную площадку с помощью погрузочно-разгрузочных машин и транспортных средств, их рациональное хранение на складах производителей позволит сократить транспортировку расходы на 12-16% и время простоя экипажей на 8%.

Использование BIM технологий на стадии проектирования, разработка проектно-сметной документации и технология производства работ позволяет оперативно отчитаться обо всех изменениях дизайна в реальном времени. При разработке дизайна, становится возможным многократное обращение к серверу, что позволяет производить сравнение вариантов и принимать наиболее приемлемое решение. Возможность визуального монтажа высокотехнологичных модульных систем с подробной проработкой встроенных утилит являются основным преимуществом технологии.

Выбор фундамента осуществляется с учётом возможных нагрузок, конструктивных особенностей и инженерно - геологических условий. К примеру, для малоэтажных сооружений можно возводить фундаменты в виде монолитных плит толщиной 350-400 мм, ленточные опоры под колонны, столбчатые элементы, пригодные для строительства. Для высотных зданий или сооружений в мягких водонасыщенных разнородных грунтах фундаменты должны быть с плитами или полосовыми плотами (реже - с автономными плотами). При строительстве высотных зданий комбинированное сваябойное решение - самое надежное. При эксплуатации зданий, часть нагрузки от свай будет переноситься и перераспределяется на основание. Вопрос становится еще более актуальным, когда речь идет о качестве, повышенных требованиях к надёжности и безопасности сборки, разборки, транспортировки и эксплуатации сборных сооружений различного назначения, особенно в неблагоприятных условиях строительства. При решении задач по оптимизации процесса по возведению сборных домов из заводских модулей, можно использовать схемы, обеспечивающие эффективное сборно-монтажное строительные технологии.

Существуют два метода в практическом фундаментном инжиниринге: установка заводских монолитных, железобетонных и призматических свай с использованием различных технологий, а также установка литых свай. Сваи

заводского изготовления могут быть установлены тремя способами: путем бурения, вдавливания или вибрации. Широко применяются методы бурения на месте.

Ввинчиваемые сваи с удалением грунта:

- сваи устраиваются методом бурения,
- свайное отверстие делается с помощью шнека;
- изготовление свай производится с использованием обсадных труб с удалением грунта при помощи шнека или специальными буровыми инструментами;

- сваи изготавливаются с использованием железобетонных оболочек с использованием вибрации с удалением грунта из внутреннего пространства оболочек вибрационным грейферным ковшом, прикрепленным к крану

Сваи изготовленные в грунте:

- полая обсадная труба с теряющимся башмаком;
- вибро погружение обсадной трубы с теряющимся башмаком;
- обсадная труба, оснащенная шнеком-вытеснителем.

Бетонная смесь уплотняется и при удалении обсадной трубы вытесняется грунт из свайного отверстия.

Возведение любого сооружения имеет свои особенности. Использование элементов заводского изготовления гарантирует высокую производительность и относительно низкую стоимость.

Недостатком этой технологии является ограниченная несущая способность, а также эффекты на окружающую среду во время погружения. Преимущество техники изготовления заключается в том, что универсальные размеры и возможная передача больших нагрузок на грунт, а основным недостатком является то, что они не гарантируют целостность свай, в особенности когда работы выполняются на мягкопластичных грунтах. Поэтому, особенно важно выбирать технологии сооружения свайных фундаментов уже на этапе подготовки площадки и когда разработчик устанавливает задание на проектирование с учётом требования к технике в зависимости от местоположения объекта:

- когда территория застройки свободна, строительные работы могут проводиться без ограничений по динамическому эффекту в почве;

- когда работы выполняются в зоне застройки, следует учитывать расстояние от существующих зданий и сооружений к строящемуся объекту, т.е. так называемым зонам ответственности: примыкают ли они к нему, на расстоянии менее 20 м, 20-30 м или более 30 м. Метод строительства фундамента выбирается на основе анализа интегрированной количественной спецификации различных методов подготовительных работ, что дает возможность оценить эффективность их использования в едином рейтинге масштаба с учётом различных геотехнических условий строительной площадки.

При строительстве сооружений из сборных модулей, существенно сокращаются сроки возведения.

Библиографический список

1. Yudina A.F. Construction system for the erection of prefabricated buildings out of factory-made modules / A.F.Yudina, S.A.Sychov, A.N.Gaido // Architecture and Engineering. – 2020. – Volume 5 Issue 2. – С.32-36.

2. Платонова С.В. Влияние формы подошвы ленточного фундамента на напряженно – деформированное состояние нелинейно – деформируемого основания / С.В.Платонова, А.П.Криворотов // Изв. вузов. Строительство. – 1995. – №7–8. – С.17–23.

3. Платонова С.В. Моделирование системы «здание - основание» в расчетном комплексе Лира-САПР с применением системы грунт / С.В.Платонова, Е.А.Александрова // Проблемы строительного производства и управления недвижимостью. Материалы VI Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 267–274.

4. Платонова С.В. Облегченные фундаменты для малоэтажного жилищного строительства / С.В. Платонова // Вестник сибирского государственного университета. – 2013. – №2(4) – С.42–44.

5. Платонова С.В. Рациональные конструкции малонагруженных фундаментов / С.В.Платонова, А.П.Криворотов, А.В.Лубягин // Проектирование и строительство в Сибири, №4. – 2011. – С.27–30.

6. Платонова С.В. Технико – экономическое обоснование при выборе типа фундамента / С.В.Платонова // Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России. Труды II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2019. – С.244–246.

7. Тензометрическая система для определения напряжений в грунте. Платонова С.В., Андрианов О.Н., Кубарев В.А. Патент на изобретение RU 2678953 C1, 04.02.2019. Заявка № 201811 1176 от 28.03.2018.

УДК 691.328

АДГЕЗИЯ АРМАТУРЫ С БЕТОНОМ

Мешкова А.И., Платонов А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnasha@yahoo.com*

Согласно результатам изучения связи бетона с арматурой, до сих пор не было разработано достаточно надежных теорий, в которых взаимосвязь между касательными напряжениями и перемещениями основывалась бы на проблемах контакта. Задачи решаются с использованием численных методов.

Ключевые слова: адгезия, численный метод, исследования.

Некоторые исследователи моделировали механическое взаимодействие материалов в зоне активного соединения бетона с арматурой. Эта область представлена коническими уравнениями. При этом учитывается влияние моментов, нормальных и поперечных сил, а также окружных трещин. Полученные уравнения представлены методом конечных разностей. Решая систему уравнений, можно определить перемещение арматуры относительно бетона. Одним из традиционных испытаний, выполняемых при изучении адгезии материалов, является испытание на вытягивание, т. е. вытягивание арматурных стержней из бетонной призмы (цилиндр), поддерживаемый на его торце. Анкеровка арматуры в растяжимом бетоне почти не привлекала внимания исследователей.

Анализ исследований, связанных со связью бетона со сталью, показывает смешанный подход к решению, отсутствие единого и теоретически обоснованного метода расчета (в том числе в нелинейных условиях): отсутствует единый подход к решению задачи при получении уравнения совместности деформаций для различных видов приложения усилий по длине площади контакта материалов; напряженное состояние бетона и арматуры в зоне контакта (как при наличии, так и при отсутствии окружных непроходных трещин) изучено недостаточно; нет ясности в решении проблемы, связанной с адгезией материалов и их относительным смещением на упругопластической стадии линейной и нелинейной ползучести бетона; материалы теории адгезии недостаточно широко используются в практических методах проектирования железобетонных конструкций и анализа их сечений.

Приближение к реальным условиям, связанным с взаимодействием бетона и арматуры, начиная с момента образования трещин в зоне контакта и заканчивая разрушением, является общей проблемой рассмотренных моделей, описывающих адгезию материалов.

В качестве расчетной модели была взята связь между деформированной арматурой и бетоном. Короткий образец извлекается силами, приложенными к свободному от бетона концу стержня, встроенному в бетон с одной стороны, и бетону с другой стороны.

В выступах бетона развиваются неупругие деформации и что выступы арматуры в зоне контакта характеризуются упругим поведением в предположении:

1. В областях приложения силы от арматуры до бетона соединение является плотным.
2. Контакты до и после деформаций наблюдаются для всех выступов
3. Соединение бетона со сталью рассматривается как соединение со сплошными выступами.

Анкерное крепление арматуры, наиболее часто используется в железобетонных конструкциях. Растягивающие силы возникают как в зоне контакта, так и в арматуре.

Адгезия между арматурой и бетоном оценивается по величине адгезии сдвига и действует вдоль обычной цилиндрической поверхности зоны кон-

такта. Условность заключается в том, что даже в случае простых арматурных стержней материалы соприкасаются по поверхности, имеющей различные выступы и неровности. Что касается простых арматурных стержней, адгезия материалов к сдвигу в основном обеспечивается за счет сцепления цементного геля с арматурой, а также бокового трения. По данным многочисленных исследователей, механическая блокировка из-за поперечных выступов на боковой поверхности является важным аспектом адгезии, когда речь идет о деформированном армировании.

Законы взаимодействия бетона и арматуры определяют специфику железобетона как материала. Прочность соединения бетона со сталью зависит от металлической поверхности, адгезии, сцепления бетона, условий и возраста затвердевания бетона, степени сжатия арматуры во время усадки и типа напряженного состояния в зоне контакта. Во время нагружения напряженное состояние непрерывно усложняется из-за появления и развития новых поперечных и продольных трещин, нарушающих контакт между арматурой и бетоном. Адгезия обусловлена молекулярными силами сцепления между поверхностями двух разнородных или контактирующих с жидкостью тел. При укладке бетона создаются благоприятные условия для проявления адгезии в зоне контакта с жесткой арматурой.

Пластичность бетона может быть повышена в процессе уплотнения бетона. При этом контакт между бетоном и арматурой увеличивается. Известно, что необработанная сталь легко смачивается и имеет плотную адгезию с бетоном. Однако адгезия между бетоном и полированной сталью несколько снижается, так как непрерывность контакта на границе раздела бетона и обработанных поверхностей довольно высока.

Изучая связь бетона со сталью, многочисленные авторы пришли к выводу, что сжатие арматуры и бетонных выступов является основным фактором в зоне контакта. По мнению других исследователей, при взаимодействии материалов возникают растягивающие напряжения, которые приводят к образованию окружных трещин в зоне контакта. Анализируя вышесказанное можно отметить, что независимо от приложения силы взаимодействие материалов приводит к растягиванию или если когда арматура вытягивается из призмы, поддерживаемой на ее торце — к сдвиговым силам в бетоне, которые зависят от прочности бетона на растяжение. Прочность бетона на растяжение, в частности железобетонных элементов в несущих поперечных сечениях и с креплением, представляет собой фактор, влияющий на прочность соединения бетона со сталью.

Библиографический список

1. Трофимов Б.Я. Технология сборных железобетонных изделий. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1636-3. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168669> (дата обращения: 23.02.2022).
2. Адгезия: клеи, цементы, припои : монография ; ред. А.Л. Козловский, Дебройн Н., Гувинк Р. — Москва : Изд-во иностр. лит., 1954. — 580 с. —

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230196> (дата обращения: 23.02.2022).

3. Уткин, Д.Г. Совершенствование метода расчета прочности сжато-изогнутых железобетонных элементов с зонным армированием из стальной фибры при кратковременном динамическом нагружении : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук : 05.23.01 / Д.Г. Уткин ; Томский гос. архит.-строит. ун-т. – Томск, 2009. – 24 с. : ил.

4. Волков, С. А. Технологии и оборудование для производства арматурных изделий и конструкций : учебное пособие для вузов / С. А. Волков. – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 328 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

5. Бедарев, В. В. Общая теория сцепления и анкеровки арматуры периодического профиля в бетоне : монография / В. В. Бедарев, Н. В. Бедарев, А. В. Бедарев. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2014. – 159 с. : ил.

УДК 624.012

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПАНЕЛИ

Мешкова А.И., Платонов А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnasha@yahoo.com*

В статье представлен один из материалов, который применяется для промышленных объектов, общественных зданий и жилых домов. Их появление в нашей стране, стало революционным прорывом в массовом строительстве жилья, что привело к быстрому возведению зданий.

Ключевые слова: железобетонные панели, классификация, бетон.

Стеновые железобетонные панели - это часть конструкции стены, которая изготавливается из бетона в промышленных условиях и армируется различными видами арматуры (сетками или стержнями). Они отличаются прочностью и огнестойкостью. Железобетонные конструкции должны отвечать высоким требованиям: высокопрочности, долговечности, экологичности и теплоэффективности.

В практике существует классификация железобетонных панелей:

1) *по конструкции*. Панели делятся на сплошные и композитные. Ламинированные панели подразделяются на монолитные и с воздушными прослойками.

Панели могут быть однослойные, трех- или двухслойные:

– однослойные стеновые панели изготавливаются из однородных материалов с низкой теплопроводностью. Наружная толщина 20-40 мм. Внутренняя сторона панели покрыта декоративной окантовкой;

– двухслойные панели имеют прочную структуру и состоят из несущего и теплоизоляционного слоев. Несущий слой может быть выполнен из плотного железобетона. В то же время он выполняет пароизоляционную функцию. Второй слой, теплозащитный, расположен снаружи и залит цементным раствором;

– трехслойные стеновые панели собираются из двух железобетонных плит с изоляцией между ними. В слоях железобетона устраивают сварные арматурные каркасы.

2) *по несущей способности*. Несущие, навесные и самонесущие.

3) *по целевому использованию*. Стеновые панели используются для устройства многоэтажных домов, подвалов, подземных коммуникаций, чердаков.

При построении зданий, применяются различные характеристики видов железобетонных панелей:

1) *наружные стеновые железобетонные панели* - состоят из легкого бетона с пористым заполнителем, ячеистого бетона, тяжелого бетона с теплосберегающим слоем. Наружные стеновые панели используются при строительстве отапливаемых зданий.

2) *железобетонные панели для неотапливаемых зданий и внутренних несущих стен* - панели длиной до 6 м предназначены для строительства полностью собранных зданий и изготавливаются из тяжелых или легких бетонных смесей.

3) *перегородочные панели* - предназначены для строительства полностью собранных зданий, изготавливаются из высокопрочного бетона или гипсобетона, характеризуются высокой морозостойкостью и водостойкостью. Панельные перегородки армируются стальными проволочными сетками или стержнями из термомеханически прочных сталей At 400с и А400, предварительно обработанными специальным антикоррозийным составом.

4) *однослойные стеновые панели*.

Однослойные железобетонные стеновые изготавливаются из материалов с однородной структурой и высокой теплоизоляцией. Например, легкий ячеистый бетон. Наружные стены панелей покрываются отделочным слоем толщиной 2-4 см, внутренние стены отделываются цементной штукатуркой и различными облицовочными материалами.

5) *железобетонные стеновые панели двухслойного типа* - имеют сплошную структуру. Первый слой представляет собой несущий слой из бетона высокой плотности с предварительным армированием. Вторым слоем используется для теплоизоляции. Теплоизоляционный слой расположен снаружи и покрыт цементной штукатуркой. Несущий слой выполняет пароизоляционную функцию.

7) *Железобетонные стеновые панели с трехслойной структурой* - состоят из внешнего основного несущего элемента, к которому крепятся внутренние стеновые панели. Наиболее популярными сегодня являются трех-

слойные железобетонные стеновые панели. Многослойные панели изготавливают разных модификаций, которые состоят из двух железобетонных плит и теплоизолятора (минеральная и каменная вата, цементный фибролит, полиуретан, пеносиликат). Стеновые панели соединяются в единую конструкцию с помощью сварных стальных арматурных каркасов. Толщина стеновых панелей назначается с учетом тепловых параметров и климатических условий местности. Панели изготавливаются из бетона с прочностью на сжатие В12.5 — В15. Плиты армируются с помощью сварных сеток или объемных рам из высокопрочной стали, сталь покрывается антикоррозийным составом.

Сборные железобетонные стеновые панели производятся на заводе. Подъем, погрузка и разгрузка железобетонных панелей выполняют с помощью специальных захватных устройств или монтажных петель. Железобетонные панели доставляются на грузовиках-сортиментовозах, железнодорожных платформах. Несущие конструкции в грузовых автомобилях оснащены устройствами и предназначены для размещения двух панелей. Панели транспортируются под небольшим углом 8-10 градусов, они надежно закреплены, что предотвращает их повреждение или опрокидывание.

Железобетон пользуется спросом на строительном рынке благодаря своим высоким эксплуатационным характеристикам. Для этих материалов создаются различные виды монтажа, такие как:

1) *свободный монтаж* - монтаж панелей в соответствии с рисками на этажах, при использовании стоек и угловых зажимов обеспечивается устойчивое положение и временное крепление отдельных панелей.

2) *фиксированный монтаж* - устанавливаются с использованием группового оборудования и панели крепятся между собой постоянным соединением.

3) *замковой монтаж* - самофиксация - способ монтажа с использованием замковых защелок. Панели крепятся специальными штифтовыми защелками, а в верхней – замковыми защелками, для такого метода подходят панели с запирающими частями

4) *способ установки "по весу"* – начало монтажа происходит с панели, наиболее удаленной от крана, после чего устанавливают внутренние стены, а затем панели внешней стены, ближайшей к крану. После установки на место стеновую панель регулируют свободным способом вдоль нижнего основания или с помощью фиксаторов (метод блокировки). Затем проверяют вертикальное положение стеновой панели снаружи. Затем устанавливают внутренние панели. При возведении следующей внутренней стеновой панели на ее место выкладывают бетонный раствор, после выравнивания панели бетонный раствор уплотняется с обеих сторон. Навесные панели устанавливают только после возведения несущих конструкций. Предварительно определим положение сборных элементов в соответствии с проектом. Большие панели размещают и комбинируют в поперечном направлении. Самонесущие стеновые панели укладывают в нижней части фундаментных балок на слой строительного раствора. При последующих рядах панели монтируют одна поверх другой на бетонный раствор.

Стеновые железобетонные панели нашли широкое применение в строительстве.

Библиографический список

1. Цай, Т. Н. Строительные конструкции. Железобетонные конструкции. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 464 с. – ISBN 978-5-8114-1314-0. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168532> (дата обращения: 12.02.2022).

2. Анпилов, С.М. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона : учебное пособие. – Москва : АСВ, 2019. – 574 с. – ISBN 978-5-93093-590-5. – URL: <https://www.studentlibrary.ru /book/ISBN9785930935905.html> (дата обращения: 12.02.2022).

3. Воробьев В.С. Устройство железобетонного междуэтажного перекрытия по металлическим балкам в старом корпусе / Воробьев В.С., Платонова С.В. // Инновационный конвент "Кузбасс: образование, наука, инновации". Материалы Инновационного конвента. Департамент молодежной политики и спорта Кемеровской области. - 2019. - С. 21-23.

4. Платонова С.В. Актуальные проблемы развития малоэтажного строительства // Социально-экономические аспекты современного развития России. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. - Пенза, 2009. - С. 87-89.

5. Платонова С.В. Моделирование системы «здание – основание» в расчетном программном комплексе ЛИРА-САПР с применением системы ГРУНТ / Платонова С.В., Александрова Е.А. // Проблемы строительного производства и управления недвижимостью. Материалы VI Международной научно-практической конференции . - 2020. - С. 267-274.

6. Шишкин, Р.Г. Сборные железобетонные конструкции одноэтажных промышленных зданий / Р.Г. Шишкин. – 2-е изд., перераб. – Москва : Стройиздат, 1971.

УДК 500.51

КОНСОЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Мешкова А.И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

В статье представлена информация о консольных оболочках, таких как большие купола, которые были самыми сложными для проектирования и измерения, когда компьютеры еще не существовали. Исследование включало в себя два этапа: во-первых, отбор и анализ некоторых наиболее актуальных консольных оболочек и, во-вторых, сравнительный анализ их конструк-

тивных систем. Анализ показал, что инженеры-первопроходцы использовали различные системы проектирования. Результат показывает различные пути, которые использовали для проектирования и создания своего соответствующего наследия, которое в настоящее время принадлежит международному наследию модернистской архитектуры.

Ключевые слова: консольные конструкции, бетонные конструкции, железобетонная оболочка, бетон, железобетон.

Технологическое и формальное совершенствование бетонных конструкций неотделимо от развития армированного и предварительно напряженного бетона. Первые своды и бетонные купола были построены в конце XI. Это были прецеденты тонких бетонных оболочек. В результате толстые бетонные своды и купола превратились в панцирные сооружения, которые эволюционировали, становясь все больше, тоньше и стройнее.

Консольные конструкции из дерева, использовались в зданиях на протяжении всей истории. Использование больших консольных конструкций, было открытием новых материалов с высокой прочностью на изгиб и жесткостью, таких как железо и армированный и предварительно напряженный бетон.

Это факт, что появление первых оболочечных конструкций из железобетона во втором десятилетии 20 века открыло новые возможности "полета". Тонкие и стройные бетонные оболочки, обладают большой сложностью конструкции и привлекательностью. Мы собираемся проанализировать некоторые выбранные пионерские консольные бетонные оболочки.

Спроектированные и построенные несколькими мастерами и раскрывающие различные системы проектирования, которым они следовали для достижения своих результатов.

Исследование включало два этапа. Первый этап - выбор и анализ консольных бетонных оболочек, разработанных с использованием: метода исторической графической статики, системы числовых измерений и физической приведенной модели.

Второй этап - проведен сравнительный анализ консольных оболочечных конструкций, получивших различные устойчивые формы и консольные системы жесткости.

Мы проанализировали их, как они были сконструированы во время "приключения бетонных снарядов". Хорошо известно, что конструкции в значительной степени основаны на моменте крутящего момента и вращательном равновесии. Грузы, должны быть сбалансированы на консольной секции. Они должны быть жесткими и самыми легкими.

Способ получения жестких оболочек заключается в использовании набора ребристых балок. Именно по этой причине большинство первых консольных бетонных оболочек были спроектированы с глубинными ребрами жесткости.

Пьер Луиджи Нерви (1871-1979) в 1929 году, один из наиболее значимых героев пионерского "приключения бетонных снарядов", запроектировал

футбольный стадион — Джовани Бета (1956) или как сегодня его называют стадион Артемио Франки. Он был торжественно открыт в 1932 году. Это шедевр консольной бетонной оболочки, пионерское здание модернистской архитектуры и икона во всем мире (см. рисунок 1).

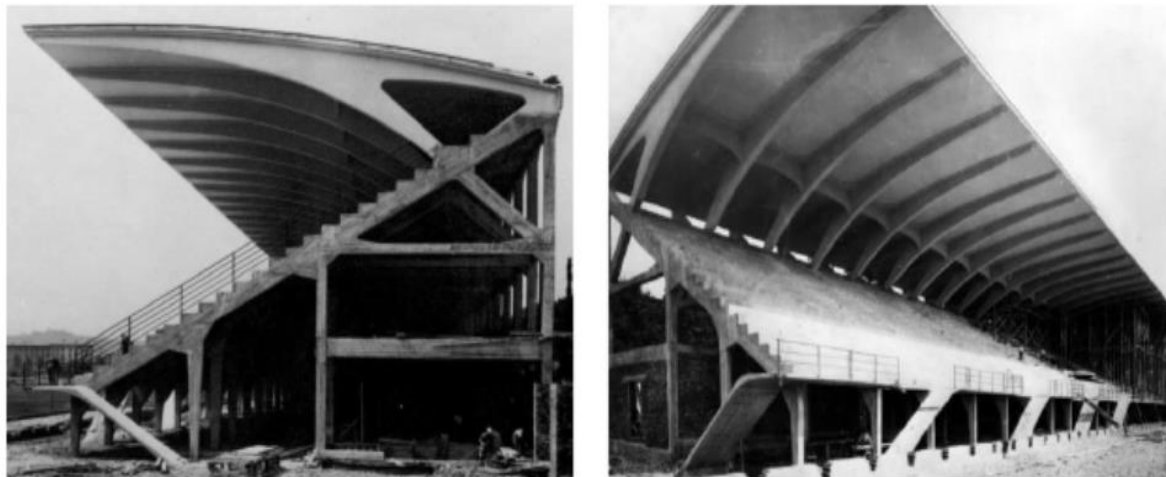


Рисунок 1 – Стадион Артемио Франки

Структура трибуны и ее консольная крыша образуют гениальное устойчивое единство, сделана из железобетона со сценографическим изображением звучащей и обнаженной современности. Крыша представляет пионерскую консольную ребристую оболочку и состоит из 23 сформированных бетонных модулей на 8 столбах разной высоты опираются 2 наклонные балки и 2 консольных изогнутых ребра жесткости, которые имеют аэродинамическую форму, общей длиной 22 м и свесом - 17 м от точки пересечения двух наклонных опор. На них для опоры предусмотрен легкий лист керамического материала. Изогнутые ребра имеют шокирующую геометрическую форму, которая служит для уравнивания конструкции, установленной большой наклонной ногой, которая пересекает наклонную балку к задней стойке. В этом отношении трибуны выступают в качестве опоры, противостоящей опрокидывающему моменту.

В то время Эдуардо Торроха, еще один выдающийся инженер-строитель XX века, отмечал, что невозможно спроектировать новую бетонную оболочку только с помощью численных расчетов. В тот момент они использовали сложную и ручную систему расчета, разработанную Францем Дишингером (1928). Торроха в 1934 году начал строительство. Кантилевер представляет собой тонкую и непрерывную железобетонную оболочку без ребер или складок. Это создает впечатление тонкой волнистой ткани, которая парит в воздухе над трибунами (рисунок 2).

Ипподром Зарсуэла имеет три трибуны, с двумя внешними 60-метровыми сооружениями по бокам от центральной трибуны длиной 30 метров. Блоки состоят из поперечных порталных рам, расположенных на расстоянии 4,88 м, образованных оболочкой двойной консоли, одной продольной

12,75 м и одной поперечной 2,44 м, поддерживаемой стойкой. Эдуардо Торроха выбрал для своей конструкции геометрическую форму секторов, которую описал в своей книге "структуры Эдуардо Торрохи" (1958). Он не любил использовать ребра, он всегда думал о непрерывных оболочках, устойчивых из-за их геометрической структурной формы. Резьбовая стальная стяжка, расположенная сзади, обеспечивает баланс для этих смелых структурных форм. Он напоминает огромную скульптуру кальдера. Когда дует ветер, вы можете видеть его легкое движение в шарнирных опорах на столбах. Оболочка имеет толщину 5 см по внешнему краю и 14 см над опорой.



Рисунок 2 – Ипподром Зарсуэла

В случае ипподрома в Зарсуэле Эдуардо Торроха провел испытание на натурной физической модели., где он верифицировал не только структурное поведение, но и сложный процесс конструирования этой инновационной структурной консольной формы. Ввиду сложности построения соединения между двумя лепестками он решил сделать между ними прямое соединение. Таким образом, конечная структурная геометрическая форма только похожа, но не идентична пересечению двух секторов гиперболоидов. Эти прямые соединения имеют переменную ширину, будучи шире над стойкой и больше циновок в конце кантилевера. Он проверил структурное поведение модуля под нагрузками. Он был испытан в условиях дедвейта и снеговых нагрузок, и результаты показали, что он имеет в три раза большее сопротивление, чем необходимо.

Стадион Овьедо (Испания) спроектирован испанским инженером Санчесом дель Рио (1898-1980) был открыт в 1932 году. Конструкция представляет собой консольную бетонную ребристую оболочку. Учитывая трудности, присущие проектированию этих зарождающихся тонких оболочек, в 1920-х годах он разработал свою собственную систему проектирования. Она была основана на использовании геометрических фигур, которые могли быть спроектированы, измерены и построены простым способом, поэтому бетонные оболочки были образованы набором одинаковых ребер (балок или арок), поверх которых были построены легкие бетонные элементы.

Одним из самых оригинальных аспектов этой крыши было то, что ее кантилевер не был изогнут, а состоял из переменного плоского сечения с ре-

брами длиной 15 м и шириной 1 м. Подобно конструкции Пьера Луиджи Нерви, конструкция наклонной трибуны и ее консольной крыши образовывали устойчивое единство, которое гарантировало равновесие, бетонная оболочка состояла из набора бетонных плоских ребер с закрепленными на них легкими куполообразными сборными плитами (Уралита). Вес и стоимость крыши при этом были оптимизированы.

С 1925 года Санчес дель Рио использовал эту систему для строительства многих бетонных зонтиков. Таким образом, в 1972 году был открыт животноводческий рынок в поле-де-Сьеро-Эль-Парагвас. Это была восьмиугольная бетонная оболочка зонтика диаметром 40 м, что означает 20 м кантилевера толщиной всего 3,5 см. Размер никогда не превышал железобетонный зонт нигде в мире. Чтобы узнать структурное поведение, экспериментальный тест был сделан Институтом, основанным Эдуардо Торрохой. Он имеет 8 радиальных ребер квадратного сечения. Бетонные ребристые оболочки свисают со средней части ребер.

В 1950-х годах архитектор Феликс Кандела (1910-1997) основал в Мексике собственную компанию. За два десятилетия он построил самое большое количество бетонных оболочек, когда-либо построенных.

Феликс Кандела использовал полномасштабную модель для проверки своих проектов (2010). Он строил экспериментальные снаряды с различными геометрическими формами. Он построил хранилище в 1949 году, завод Фернандеса в 1950 году. Хотя сначала он экспериментировал с различными геометриями, большая часть его творчества была основана на гиперболических параболах, форме, которая позволила ему создать большое разнообразие оболочек, прочность которых была получена из их геометрии двойной кривизны. Он проанализировал тонкие железобетонные оболочки и разработал упрощенные методы их проектирования. В дополнение к этим рассуждениям Кандела изобрел способ упростить проектирование тонких бетонных оболочек, научившись создавать новые структурные формы и способствуя распространению понимания таких структур. Он пришел к выводу, что если бы систему поддержки оболочки можно было рассматривать как изостатическую, то для решения этой задачи было бы достаточно уравнений статического равновесия мембран. Автор книги "Новая философия структур" (Кандела, 1962). Кандела не только научился самостоятельно создавать раковины со свободными краями без ребер, но, как сказал Дэвид П. Биллингтон, он также научился дисциплине тонкости.

Из всех типов бетонных оболочечных конструкций пионеров наиболее сложными в проектировании были конструкции с самыми большими и тонкими консолями. Таким образом, мы рассмотрели консольные конструкции, и их конструктивные системы проектирования, которые использовались для создания эффективных и знаковых бетонных оболочек, а также на используемые ими конструктивные формы и размеры консолей.

В 1930-х годах они использовали сложную и ручную систему расчетов, разработанную Францем в 1928 году. По этой причине они проверяли ре-

зультаты путем тестирования физических моделей и оттачивали свой ум до более простых систем проектирования. С 1930-х по 1970-е годы для строительства консольных бетонных оболочек конструкторы впервые использовали ребристые оболочки, такие как Нерви и Санчес дель Рио с конца 1920-х гг. В 1930-х годах Торроха построил кантилевер длиной 12,80 м, используя гиперболические непрерывные оболочки без ребер или складок. Кандела часто использовал геометрическую форму гиперболоида параболической и складчатой пластины для строительства бетонных навесов и зонтиков в 1950-х годах, которые достигали до 12 м консолей.

В 1950-х и 1960-х годах сложенные пластины обычно использовались для создания консольных оболочек, поскольку они представляли собой более простое решение. Более крупный консольный зонт-ракушка был построен Санчесом дель Рио в 1972 году. Это была подвесная ребристая оболочка диаметром 40 м с 20 м консольной оболочки толщиной 3,5 см.

Нерви и Торроха обычно проверяли свою структурную интуицию с помощью научных масштабных моделей, в то время как Санчес дель Рио и Кандела использовали полномасштабные модели. Они разработали ребристые бетонные оболочки. В случае с Санчесом дель Рио это было связано с тем, что его система проектирования была основана на использовании геометрических фигур, которые можно разложить в набор равных ребер, тем самым упростив процесс проектирования оболочки. Ребра Нерви следуют направлению главных моментов в каждой точке плиты, работают в двух направлениях, подвергаются равномерно распределенной нагрузке. Ребра образуют жесткую раму для приведения готовых элементов оболочки. Это означает другую философию проектирования-системную. Торроха и Кандела строили непрерывные бетонные оболочки на опорах или с консолями, хотя и в разное время и по разным путям.

Библиографический список

1. Архитектура и строительные конструкции: учебник для вузов / Зайцев Ю.В., Промыслов В.Ф., Хохлова Л.П. [и др.] ; под ред. В.Ф. Промыслова. – Москва : Высшая школа, 1983. – 368 с. : ил.

2. Батина, Ю. А. Типологии организации пространства архитектурного объекта / Ю. А. Батина ; науч. рук. С. В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-21 мая 2020 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. Ч. 5. Технические науки. – С. 141-143.

3. Герасимова, А. В. Свобода творчества в архитектуре г.Новокузнецка / А. В. Герасимова ; науч. рук. С. В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-21 мая 2020 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. Ч. 5. Технические науки. – С. 180-182.

4. Добромыслов, А.Н. Железобетонные конструкции. Примеры расчета инженерных сооружений : справочник. – Москва : АСВ, 2012. – 288 с. –

ISBN 978-5-93093-849-4. – URL: [https://www.studentlibrary.ru/book/ ISBN9785930938494.html](https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938494.html) (дата обращения: 21.02.2022).

5. Домбровский, В.Д. Проектирование предприятий сборного железобетона / В.Д. Домбровский, Е.А. Корнгольд. – Киев : Будивельник, 1978. – 144 с. : ил.

6. Маклакова Т.Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий: учебник для вузов / Т.Г. Маклакова. – Москва: Стройиздат, 1981.– 367 с. : ил.

7. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона : ОНТП-7-80 : от 25 июня 1981 года / Министерство промышленности строительных материалов СССР. – Москва : Стройиздат, 1983. – 30 с.

8. Раафат, А.А. Железобетон в архитектуре : пер. с англ. / А.А. Раафат. – Москва : Госстройиздат, 1963. – 200 с. : ил.

9. Расчет и конструирование частей жилых и общественных зданий : справочник проектировщика / П.Ф.Вахненко, В.Г. Хилобок, Н.Т. Андрейко, М.Л. Яровой ; под ред. П.Ф.Вахненко. – Киев : Будівельник, 1987. – 424 с.

10. Рачкова, О. Г. Архитектура транспортных сооружений : учебное пособие для вузов. – 2-е изд. – Москва : Юрайт, 2022. – 197 с. – ISBN 978-5-534-05935-9. – URL: <https://urait.ru/bcode/493006> (дата обращения: 21.02. 2022).

УДК 72.017.4

ЦВЕТ В АРХИТЕКТУРЕ

Митришкина А.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

В статье рассматривается влияние цвета на архитектуру зданий и человеческое восприятие колористических решений.

Ключевые слова: насыщенность, архитектура, колористика, цвет.

В современном мире проблема цветового решения в архитектуре становится особо актуальной. С появлением в XIX веке различных красителей фасады зданий и сооружений обрели широкую палитру цветов, что стало причиной для дискуссий многих профессионалов и простых горожан. Многие архитекторы привносят в свои проекты агрессивные цветовые решения, порой не задумываясь об их влиянии на восприятие глаз обычных людей. Решением данной проблемы является глубокое изучение основных параметров колористики, выявление наиболее оптимальных цветовых решений и их применение в современной архитектуре.


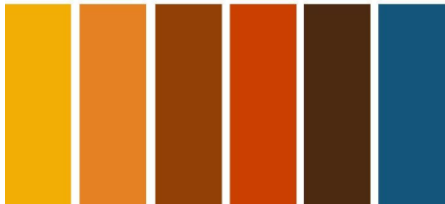

Основными параметрами колористики являются: яркость, тон и насыщенность. На основе исследований было выявлено, что яркость цвета оказы-

вает наибольшее влияние на человеческое восприятие, так как именно она указывает на «холодность» или «теплоту» объекта, если близость или отдаленность. Тон и насыщенность в данном ключе сыграют наименьшую роль.

Насыщенность цвета можно прекрасно структурировать, основываясь на восприятии человеком относительно архитектуры. Проведем анализ данной таблицы, относительно реализованных архитектурных примеров. Для Архитектуры России XVIII-XIX века характерны пастельные цветовые группы. Объясняется это введением жестких регламентов в области строительства, чтобы привнести в регионы с нестабильными погодными условиями теплые краски, для поддержания атмосферы солнечного света. Такие цвета благоприятно влияют на человека, активизируя его работоспособность, успокаивая психическое состояние. Чистые и живые цветовые группы становятся наиболее характерными для современных построек. Чаще всего их используют как яркий акцент. К сожалению, не все архитекторы используют их по назначению. На сегодняшний день существует немало примеров использования цветов высокой насыщенности как основного для фасада, так и для целого ансамбля. Одни считают, что это один из прогрессивных примеров застройки жилых районов, другие, что это насилие над психологическим состоянием человека. Основной идеей при этом является использование чистых живых цветов базовой палитры.

Рассмотрим как же отдельное их использование влияет на архитектуру и человека?

Таблица 1 – Структурирование насыщенности

Цветовая группа	Восприятие	Вид
Бледный/ пастельный	Низкая насыщенность доминирует на фасадах зданий	
Чистые/живые	Высокая насыщенность применительна к небольшим участкам	
Богатые	Высокая насыщенность низкая яркость производит впечатление спокойствия, одухотворенности	

Продолжение таблицы 1

Цветовая группа	Восприятие	Вид
Темные	Низкая насыщенность менее восприимчивы глазом легко вписываются в ансамбли других групп	

Красный цвет, зачастую, вызывает в человеке ассоциацию с огнем, страхом, агрессией, страстью, может спровоцировать депрессивное расстройство, что не является благоприятным для постоянного использования в повседневной жизни. Он прекрасно подходит для меланхоликов или людей страдающих низкой самооценкой. В архитектуре его используют для указания на движение, поэтому часто им окрашивают лестницы. Так же он идеально впишется в здание или сооружение для привлечения внимания и визуального уменьшения деталей.

Оранжевый цвет в противовес красному вызывает в нас мотивацию к активной жизни и радости. Часто такой цвет используют для побуждения человека к потребности в еде, поэтому его часто используют в зданиях ресторанов или детских комнатах.

Желтый цвет в большом количестве может стать причиной переутомляемости, нежели побуждать человека к радостным эмоциям. В архитектуре его используют для привлечения внимания и зрительного увеличения пространства.

Зеленый подсознательно для нас самый привычный цвет, исходя из теории эволюции, поэтому он является уравнивающим для психического состояния. Благополучно влияет на человека в целом, дает уверенность и спокойствие. В архитектуре используется достаточно редко, в основном, для выделения кровель.

Синий цвет становится символом безопасности, доверия, прекрасно подходит для учебных заведений, так как он побуждает наш мозг к активной работе и рациональному мышлению. Этот цвет так же, как и зеленый мало популярен в архитектуре в своем чистом виде, но при этом, он прекрасно работает как световой акцент на зданиях и сооружениях.

Богатая цветовая группа характерна для эпохи Барокко, она сама своим видом символизирует драму, силу, богатство. Такие цвета побуждают в нас чувство собственного превосходства, стабильности, высокой значимости. В архитектуре подчеркивает высокий статус здания или сооружения, придает массивность. С помощью такой палитры можно зрительно увеличить масштабы, добавить пространственный размах.

Темные цвета, не смотря на свою низкую насыщенность, оказываются не менее популярными и воспринимаемыми человеком. Они часто встреча-

ются в современной архитектуре, чтобы поставить некую точку, указать на фундаментальность конкретной детали. Для решений фасадов, как его основы являются скучными, не обращающими на себя внимания, не привлекая, создавая эмоции угнетения. Поэтому, к сожалению, многие города России остаются безликими, остановившимися во времени.

Основываясь на выше представленном материале можно сказать, что цветовое решение в архитектуре важная часть проекта, так как неправильный или нерациональный выбор колористики может привести к неблагоприятному внутреннему состоянию человека. Плохим выбором может стать как полное внедрение яркости цвета, так и использование только темных палитр.

Библиографический список

1. Агранович-Пономарева, Е.С. Архитектурная колористика. Практикум : учебное пособие для вузов / Е.С. Агранович-Пономарева, А.А. Литвинова. – Минск: ТЕХНОПРИНТ, 2002. – 121 с. : ил.
2. Агратина, Е. Е. Искусство XX века : учебник и практикум для вузов. – 2-е изд. – Москва : Юрайт, 2022. – 325 с. – ISBN 978-5-534-14730-8. – URL: <https://urait.ru/bcode/492260> (дата обращения: 18.02.2022).
3. Батина, Ю. А. Типологии организации пространства архитектурного объекта / Ю. А. Батина ; науч. рук. С. В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-21 мая 2020 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. Ч. 5. Технические науки. – С. 141-143.
4. Беликова, А. А. Архитектурно-художественный облик здания / А. А. Беликова ; науч. рук. С. В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-21 мая 2020 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. Ч. 5. Технические науки. – С. 144-146.
5. Герасимова, А. В. Свобода творчества в архитектуре г. Новокузнецка / А. В. Герасимова ; науч. рук. С. В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-21 мая 2020 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. Ч. 5. Технические науки. – С. 180-182.
6. Денике, Б. П. Архитектура Японии. Японская цветная гравюра : -. – Москва : Юрайт, 2022. – 194 с. – ISBN 978-5-534-11699-1. – URL:<https://urait.ru/bcode/495258> (дата обращения: 18.02.2022).
7. Кудряшев, К.В. Архитектурная графика : учебное пособие для вузов. – Москва : Архитектура-С, 2006. – 308 с. : ил. – (Специальность "Архитектура").
8. Куксина, Д. В. Городская архитектура и репрезентация в архитектуре / Д. В. Куксина ; науч. рук. С. В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-21 мая 2020 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. Ч. 5. Технические науки. – С. 220-225.

9. Создание цветowych палитр по фото на тему "Пять стихий" : методические указания к выполнению художественных графических работ для студентов, обучающихся по направлению подготовки Архитектура / Сиб. гос. индустр. ун-т ; сост. : Д. В. Ершова. – Новокузнецк : СибГИУ, 2015. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=1&lngEdition=2890&lngFile=2847&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 18.02.2022).

УДК 72

ДИЗАЙН В АРХИТЕКТУРЕ

Пивоварова А.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

Экологическое проектирование содержит в своей основе большое количество совокупных методов, выборку определенных строительных материалов и технологий строительства, позволяющие значительно повысить экологичность проектируемого объекта. Экодизайн позволяет повысить энергоэффективность зданий, оптимизировать использование природной энергии, снизить потребление водных ресурсов и прибегает к максимальному использованию и внедрению в современный мир переработанных материалов.

Ключевые слова: архитектура, дизайн, экология.

В современном мире все чаще встает вопрос о проблемах экологической деградации окружающей природы вследствие активной деятельности человека. С каждым годом растет потребность в количестве жилых пространств: объем мирового населения стремительно увеличивается, но при этом количество невозобновляемых природных ресурсов лишь уменьшается день ото дня. Основным решением данной проблемы стало применение экологического «зеленого» дизайна в архитектуре, позволяющего повышать уровень жизни людей с минимальным использованием природных ресурсов.

В качестве основных задач экологического дизайна можно выделить следующее:

- рассмотрение и изменение материалов и технологий строительства с точки зрения формирования новых экологических принципов и норм;
- соблюдение баланса между функциями объектов и принципов экоподхода;
- качественное изменение жизни людей и массовой культуры потребностей и ценностей в пользу снижения потребления природных ресурсов.

– В проектировании «зеленых» зданий можно выделить принципы, являющиеся основополагающими в данном направлении:

- экономия существующих природных ресурсов;
- повышение эффективности зданий;
- меры по уменьшению использования систем отопления;
- необходимость в использовании более эффективных установок и оборудования;
- необходимость в использовании возобновляемых источников энергии (солнечная, использование грунтовых вод);
- обеспечение оптимизации естественной вентиляции.

В современности трудно представить жизнь человека без использования материальных природных ресурсов во всех существующих сферах, и основной целью экологического дизайна как раз служит снижение потребления данных ресурсов и минимизация ущерба наносимого экологии человеком в процессе жизнедеятельности.

Особое внимание в экологическом дизайне уделяется проектированию основных систем освещения, водоснабжения, вентиляции и отопления. Использование большого количества остекления как в частном, так и в общественном строительстве может значительно уменьшить потребление электроэнергии за счет преобладания естественного освещения и при этом повысить эстетическую привлекательность здания. Также достаточно эффективной мерой по увеличению энергоэффективности здания могут служить автоматические средства управления освещением, такие как датчики движения, таймеры и системы «умного» дома (рисунок 1), позволяющие автоматически отключать искусственное освещение, когда оно не востребовано.

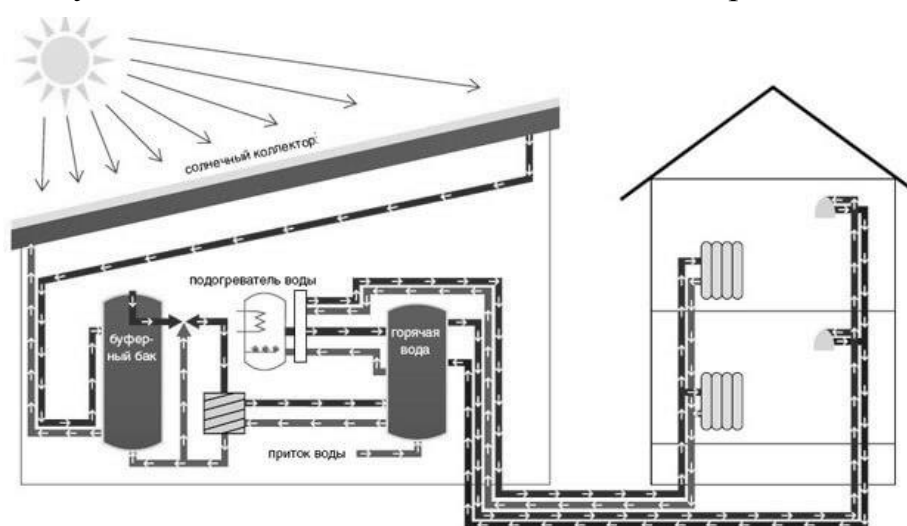


Рисунок 1 – Схема организации солнечной системы отопления

Зоны накопления солнечной энергии, солнечные батареи и коллекторы позволяют значительно снизить экономические и ресурсные расходы на теплообеспечение как частного здания, так и крупных общественных. Оборудо-

вание для солнечной системы отопления не требует особых условий и легко применимо как для новых, так и для существующих зданий, при этом такие установки эффективны не только в солнечную, но и в пасмурную погоду и даже ночью.

Огромное значение в экологическом проектировании также имеет использование грунтовых вод в качестве основного источника холодного водоснабжения и технической воды. Данный ресурс позволяет значительно снизить нагрузку на систему водоснабжения за счет фильтрации подземных вод и повысить эффективность кондиционирования здания, а также позволяет значительно экономить.



Рисунок 2 – Использование озеленения в экологическом дизайне пространства

Для улучшения микроклимата зданий особую популярность в экологическом дизайне имеет прием озеленения за счет использования большого количества различных растений (рисунок 2). Растения положительно влияют на влажность и обогащение воздуха кислородом, создают дополнительную звукоизоляцию, а также оказывают значительное влияние на психологическое самочувствие проживающих в помещении людей. Большое распространение получило озеленение не только внутренних пространств, но и внешних, например, высоко экологичные зеленые крыши и зимние сады.

Достаточно актуальным в «зеленом» проектировании также является вопрос использования экологичных строительных материалов, особенно в условиях применения большого количества синтетических, оказывающих значительное влияние на чистоту воздуха. Экологически чистые материалы являются достаточно дорогостоящими и недоступными для большинства человечества, а также в большинстве случаев значительно уступают по прочностным показателям искусственным. Поэтому особую популярность приобретает вторичная переработанные материалы, позволяющие рационально сократить потребление новых ресурсов.

Использование в проектировании принципов экологического дизайна является довольно дорогостоящим на моменте проектирования и возведения здания в сравнении с менее энергоэффективными и экологичными решения-

ми. При этом использование экологических технологий в период эксплуатации здания приносит значительную экономию ресурсов. В современном постоянно изменяющемся мире экологический дизайн занимает одно из лидирующих мест среди главных направлений в архитектурном проектировании и строительстве, и с каждым годом появляется все больше технологий, дающих возможность сделать жизнь людей чуть более экологичной и здоровой.

Библиографический список

1. Васильева, В. А. Ландшафтный дизайн малого сада : учебное пособие для спо / В.А. Васильева, А.И. Головня, Н.Н. Лазарев. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2022. – 184 с. – ISBN 978-5-534-06117-8. – URL: <https://urait.ru/bcode/493184> (дата обращения: 18.02.2022).

2. Гриц, Н. В. Основы ландшафтного дизайна : учебное пособие для спо. – Москва : Юрайт, 2022. – 116 с. – ISBN 978-5-534-15105-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/497082> (дата обращения: 18.02.2022).

3. Корягина, Н. В. Благоустройство и озеленение населенных мест : учебное пособие для вузов / Н.В. Корягина, А.Н. Поршакова. – Москва : Юрайт, 2022. – 164 с. – ISBN 978-5-534-13528-2. – URL: <https://urait.ru/bcode/497393> (дата обращения: 18.02.2022).

4. Основы дизайна и композиции: современные концепции : учебное пособие для спо / Е.Э. Павловская, П.Г. Ковалев, Л.Ю. Салмин [и др.]. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2022. – 119 с. – ISBN 978-5-534-11671-7. – URL: <https://urait.ru/bcode/494767> (дата обращения: 18.02.2022).

5. Панкина, М. В. Экологический дизайн : учебное пособие для вузов / М.В. Панкина, С.В. Захарова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2022. – 197 с. – ISBN 978-5-9916-8771-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/490320> (дата обращения: 18.02.2022).

6. Храпач, В. В. Ландшафтный дизайн : учебное пособие. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014. – 224 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457337> (дата обращения: 18.02.2022).

УДК 624.04

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Сагитова В.С., Платонов А.В., Прокаев Д.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

Современные строительные материалы обладают повышенными показателями прочности в сравнении с ранними аналогами, их обширность во

много раз больше, чем на ранних этапах развития строительства. Малый вес и повышение прочности позволяет сэкономить средства и время, затрачиваемые на установку или замену элементов.

Ключевые слова: металлоконструкции, уникальные сооружения, сортамент.

Металлические конструкции имеют широкое применение в строительстве. Издревле металлические конструкции использовали при строительстве уникальных сооружений. Работали они, как правило, на изгиб и имели квадратное сечение. С того времени строительство развивалось и появлялись новые строительные технологии. По мере развития строительства стали применять унифицированные элементы, которые не требуют длительной подготовки для монтажа и демонтажа конструкций, проводимой в несколько основных этапов. В случае повреждения такие элементы легко менять.

Металлические конструкции хорошо работают на кручение и изгиб, выдерживают большие нагрузки на протяжении многих лет, наглядным примером может служить Эйфелева башня. В большинстве случаев, металлические конструкции используют в качестве каркасов зданий и сооружений с большой высотой, пролетом и грузоподъемностью. Наиболее часто применение для построения: стадионов, заводов, фабрик, рынков, супермаркетов, бассейнов и других уникальных зданий и сооружений (рисунок 1).

Металлические конструкции дают архитекторам полную волю фантазии и творчества для воплощения своих идей в жизнь. Современные технологии позволяют возводить здания в сжатые сроки с минимальными затратами труда. Также в любое время года, не отталкиваясь от условий окружающей среды, такие как: осадки, низкая температура и многие другие.

Использование металлоконструкций позволяет снизить затраты на строительство за счет уменьшения сроков возведения зданий и сооружений, с возможностью проведения простых ремонтных работ или усилений конструкций, не требующих в результате демонтажа. Повторное использование материала позволяет экономично расходовать металл, в результате переработки демонтированных металлоконструкций.

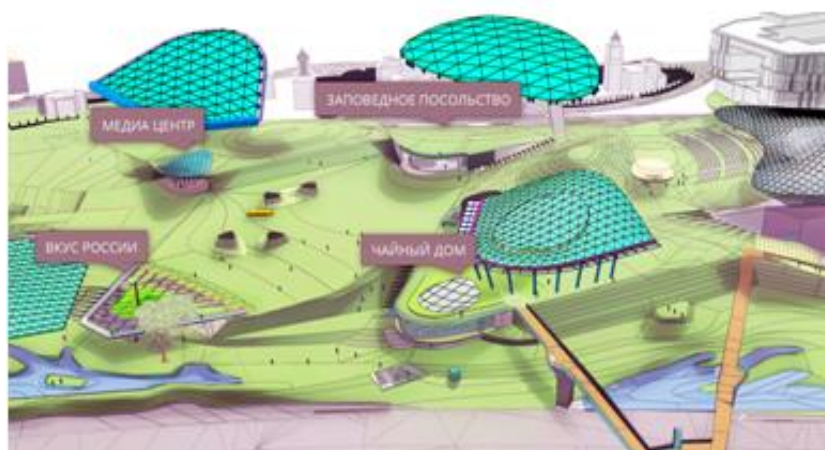


Рисунок 1 – Парк «Зарядье»

Изготовление металлоконструкций происходит в промышленных условиях на современном прокатном оборудовании, позволяющем с большой точностью задать заготовке необходимые габаритные размеры, что в итоге позволяет изготавливать сверхточные изделия, производимые из качественных материалов в соответствии с установленными нормативами.

Металлоконструкции обладают следующими недостатками:

- изделия не устойчивы к воздействию высоких температур;
- конструкции, изготовленные из стали, приобретают пластичную форму при нагреве свыше 6000 C° , из алюминия при 3000 C° , выше сказанное значит, что изделия теряют несущую способность, данный недостаток может привести к обрушению здания. Проблему можно устранить облицовкой огнестойкими материалами или покрытием составных элементов специализированными составами;

- воздействие влаги, атмосферных осадков, химически агрессивных сред (включая газы) приводит к развитию коррозионных процессов. Для предупреждения коррозии, все элементы металлических конструкций покрывают специальными веществами, предотвращающими прямое воздействие на сталь.

В будущем – возможно использование различных видов сортов металлоконтрукций, это позволит отойти от привычных для всех форм данных элементов и взглянуть с другой стороны. Многообразие видов сортов металлоконтрукций позволит воплощать в жизнь здания и сооружения нестандартных форм. Таким образом, в скором времени каждое на данный момент простое здание или сооружение станет уникальным.

Помимо различных сортов металлоконтрукций, основным, немаловажным направлением в будущем металлоконтрукций станет их легкость, создание новых сплавов позволит воплощать в жизнь конструкции больших размеров и обладающим малым весом.

Развитие прокатного производства приведет к тому, что время на изготовление конструкций станет в разы меньше, за счет использования новейшего оборудования. Отличительными особенностями от нынешнего будет являться, регулировка силы обжатия и скорости движения полосы во время прокатки.

Таким образом, можно сказать, что у металлоконструкций очень богатая история, которая наполнена важнейшими событиями в истории строительной отрасли и не менее богатое будущее на новые строительные рекорды и достижения.

Библиографический список

1. Барабаш, М.С. Проектирование конструкций рабочей площадки в ПК Лира-Сапр : учебное пособие / Барабаш М.С., Ромашкина М.А. – Москва : АСВ, 2020. – 148 с. – ISBN 978-5-4323-0273-1. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302731.html>.

2. Еремеев, П.Г. Пространственные металлические конструкции по-

крытий : монография. – Москва : АСВ, 2020. – 512 с. – ISBN 978-5-4323-0376-9. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432303769.html>.

3. Мандриков, А. П. Примеры расчета металлических конструкций. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 432 с. – ISBN 978-5-8114-1315-7. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168530>.

4. Цай, Т. Н. Строительные конструкции. Металлические, каменные, армокаменные конструкции. Конструкции из дерева и пластмасс. Основания и фундаменты / Т.Н. Цай, М.К. Бородич, А.П. Мандриков. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 656 с. – ISBN 978-5-8114-1313-3. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168531>.

5. Юдина, А. Ф. Металлические и железобетонные конструкции. Монтаж : учебник для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2022. – 302 с. – ISBN 978-5-534-06927-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/490778>.

УДК 624.04

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Чапайкин А.С., Платонов А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

В статье характеризуется актуальность современных информационных технологий в строительстве, раскрывается роль и возможности, которые открываются благодаря работе с информационными технологиями. Рассматриваются различные программы, которые облегчают процесс организации работы в строительной отрасли. Раскрывается опыт использования информационных технологий в различных странах в процессе строительной деятельности.

Ключевые слова: строительство, BIM-технологии, информационные программы, 3D-модель, использование IT-технологий, информационные ресурсы, информационное обеспечение.

Информационные технологии - неотъемлемая часть современного мира. Развитие компьютерных технологий позволило обществу подойти к глобальной проблеме информатизации, связанной с быстро возрастающими интеграционными процессами, проникающими во все сферы нашей деятельности: науку, культуру, образование, производство, управление и т.д.

Создание и широкое практическое применение передовых IT-технологий в виде разработок по применению 3D виртуальных моделей позволяет существенно уменьшить затраты в экономике строительства, особенно при реализации наиболее сложных проектов. Разработаны новые про-

граммные продукты и стандарты, которые позволяют пользователям программного обеспечения беспрепятственно переносить свои проектные данные или техническую и технологическую информацию об объектах из одной программы в другие. Причем в течение всего срока использования проекта. Это значительно облегчает жизнь проектировщикам и строителям, заинтересованным сводить воедино свои концепции.

В наше время почти везде применяется система автоматизированного проектирования (САПР) или CAD (англ. Computer- Aided Design) - пакет прикладных программ, который используется для создания чертежей, конструкторской и технологической документации, создания 3D-моделей.

В России наиболее широко распространен программный пакет AutoCAD. Вопрос об адаптации библиотеки инженерного оборудования был решен - специально разработана STC-библиотека элементов, включающая более 5000 элементов инженерного оборудования, соответствующего российским стандартам. Кроме вышеперечисленных программ широко используются и другие программные продукты (ArchiCAD, ArfaCAD, Allplan, AutoRevit, Digital Project, Bentley Building, Tekla Structure и др.). Все эти программные продукты соответствуют BIM-технологии [6].

Современные подходы к обработке данных позволяют осуществлять планы и идеи архитекторов и планировщиков. Программы, используемые в строительстве, как правило, оснащены модулями, позволяющими перевести строительные объекты с языка чертежей в объемы требуемых для возведения объекта материалов.

Системы проектирования имеют схемы интеграции и передачи данных в системы, позволяющие выполнить расчет смет строительства (типа ABC, Сметчик-Строитель, WinAvers, Смета. Ru и другие).

Существуют лазерные системы автоматического управления, устанавливаемых на бетоноукладчиках. Как и для другой строительной техники, для бетоноукладчиков, кроме лазерных систем управления, используются трехмерные системы управления, обладающие значительно большей производительностью возможностями. Одной из первых компаний, оборудовавшей свои машины трехмерными системами управления, была компания «Somero Enterprises». В 1999 году компания установила на свой бетоноукладчик BD систему управления на основе оборудования Trimble. Эта система позволяет делать поверхности под различным уклоном практически любой формы. Использование подобных высокопроизводительных машин дает возможность компаниям, занимающимся заливкой бетона, освоить и заполнить нишу строительства автомагистралей и крупных парковок с использованием бетона [2].

Компоненты 3D системы для бетоноукладчика: Роботизированный тахометр Trimbe ATS. Компонентами систем являются специализированное программное обеспечение Somero, портативный защищенный компьютер, роботизированный электронный тахометр Trimbe ATS, «активный» отражатель, радиомодем для передачи данных от электронного тахеометра на компьютер и ультразвуковой датчик высоты «Sonic Tracer» [1].

«Активный отражатель» -устройство со специальной призмой, оснащенной светодиодами, благодаря которым ATS самостоятельно наводится на призму и автоматически измеряет расстояния. Эта система позволяет сначала получить цифровую модель существующей поверхности района выполнения работ, а затем во время заливки бетона определять и устанавливать необходимую высоту выравнивающей плиты.

Электронный тахеометр ATS устанавливают на штатив и программируют на автоматический поиск активного отражателя. Найдя отражатель, тахеометр автоматически отслеживает его положение и производит измерения вертикального и горизонтального угла, а также расстояния и передает эту информацию по радио на компьютер для выполнения вычислений [7].

В заключение стоит отметить, что широкое внедрение компьютерных технологий является одним из самых эффективных способов преодоления проблем принятия решений на объектах строительной области.

Учитывая преимущества, которые дают внедрение информационных технологий, все большее количество строительных компаний стремятся автоматизировать не только учет хозяйственных операций, но и самоуправление бизнес-процессами.

Библиографический список

1. Хурматуллина Н.М., Актуальные проблемы строительной отрасли в России/Хурматуллина Н.М., Смирнова Е.С., Акимова Н.Н.//Влияние науки на инновационное развитие, 2017. С.130-132.
2. Журнал «Строительная техника и технологии» №3/2004 22.06.2004.
3. Шевко Н.Р. Экономические ресурсы информационного общества. / Сборник научных трудов КазГАСУ, - Казань, 2009. 235 с.
4. Трамбовецкий В. Электронное моделирование в практике проектирования и строительства //Строительная газета, 2006, №11 (9866) от 17 марта 2006 г.
5. Ресин В., Бачурина С., Мамышева Е. Опыт создания и пути развития интегрированной системы информационного обеспечения строительного комплекса Москвы //СNews, июль, 2007.
6. Источник: БИНТИ №2 (32), 2007 (по материалам ENR. - 2006.-Vol. 256. № 20).
7. Информационные технологии (wikistroi.ru) строительстве Ви-киСтрой.

ИСПЫТАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ КАК ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

Тимофеева А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: alena.timofeeva.0202@mail.ru*

В работе рассмотрены способы испытания техногенных отходов, как заполнитель для бетонов. Описана методика испытаний на силикатный распад: расчетный и лабораторный способ, а так же рассмотрены известковый и сульфатно – металлический распад. Показаны результаты испытаний на все виды распада металлургического шлака.

Ключевые слова: техногенные отходы, заполнитель, силикатный распад, известковый, сернисто – металлический распад, металлургический шлак.

В настоящее время на фоне возрастающего интереса и актуальности развития ресурсо- и энергосберегающих технологий в промышленности строительных материалов большое внимание уделяется вопросам использования техногенного сырья [1]. Для начала разберемся, что такое техногенные отходы и заполнитель. *Техногенные отходы* – это остаточные продукты производства, к которым относят остатки сырья, полуфабрикаты, не пригодные для дальнейшего применения и нуждающиеся в утилизации. *Заполнитель* – это минеральные вещества в виде кусковых, зернистых, песчаных и пылевидных фракций, входящих в состав строительных растворов, бетонов, мастик и пр. и не вступающих в химическую реакцию с вяжущими веществами.

Для характеристики сырьевых материалов используют следующие показатели: вещественный, химический и минералогический состав. По вещественному составу заполнитель для бетонов не должен содержать примесей илистых и глинистых веществ, так как они мешают соединению и снижают прочность. При наличии этих веществ заполнитель требуется промывать. Химический состав характеризуется наличием следующих основных оксидов SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , CaO , MgO , Na_2O , K_2O . Они определяются на прокаленное вещество, потери при прокаливании равны нулю (ППП). Оксиды являются основой для образования минералов, например двухкальциевый минерал 2CaOSiO_2 . Они могут быть в устойчивой и неустойчивой форме, то есть склонны к распаду и не могут выполнять роль скелета, а именно заполнителя, или каркаса, который обеспечивает прочность изделия.

Для использования в качестве заполнителя кусковых техногенных продуктов особенно тех, которые образовались в процессе термообработки, необходимо проверить их на стойкость к распаду. Принято рассматривать несколько способов распада: расчетный и лабораторный.

Силикатный распад. Известно, что с повышением в составе сырья содержания оксида кальция (CaO), оно склонно к силикатному распаду. Происходит это потому, что находящийся в сырье минерал – двухкальциевый силикат из неустойчивой формы (γ -2CaO·SiO₂) при температуре 675 °С переходит в стабильное состояние (β -2CaO·SiO₂), что сопровождается увеличением его объема на 10 %. В результате материал растрескивается и распадается, следовательно, его нельзя применять как заполнитель.

Известно пять полиморфных модификаций двухкальцевого силиката: высокотемпературная – α форма, две промежуточные стабильные α'_H , α'_L , промежуточная метостабильная β и низкотемпературная γ . На рисунке 1 представлена схема полиморфных превращений двухкальцевого силиката, которые предложили Низель и Торман.

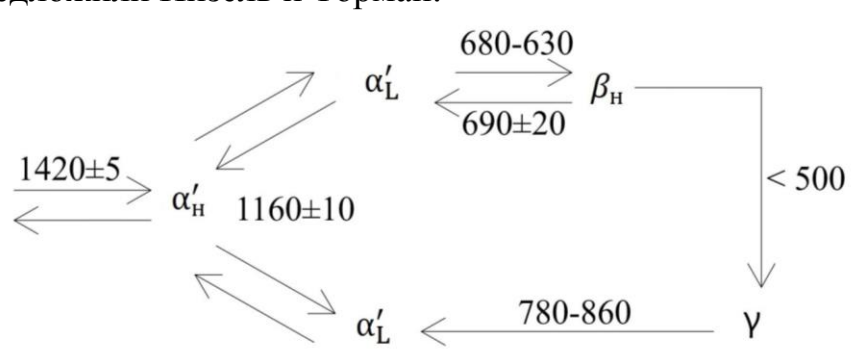


Рисунок 1 – Полиморфные превращения двухкальцевого силиката

На рисунке 1 видно, что переходы $\beta \rightarrow \gamma$ и $\gamma \rightarrow \alpha'$ являются монотропными, а остальные фазовые превращения энантиропными. Температуры полиморфных превращений: в процессе охлаждения переход $\alpha \rightarrow \alpha'$ проходит при 1425 °С, $\alpha'_H \rightarrow \alpha'_L$ при 1160 °С; $\alpha'_L \rightarrow \beta$ при 65 °С. Температура перехода $\beta \rightarrow \gamma$ не установлена из-за больших объемных изменений и рассыпания материала в порошок, что делает невозможным точное измерение теплового эффекта. В связи с этим в литературе называют различные температуры перехода $\beta \rightarrow \gamma$ 525, 450, 375 и 300 °С. Кроме того, сам переход почти никогда не протекает полностью. Обычно получают смесь β – и α – форм. В процессе повышения температуры в интервале 780-860 °С из γ - фазы медленно образуется α'_L . Затем при 1160 °С начинается переход $\alpha'_L \rightarrow \alpha'_H$, а при 1420 °С $\alpha'_H \rightarrow \alpha$. В случае нагревания β - формы переходы её в α'_L - форму наступают при 675 °С. Таким образом, гистерезис перехода составляет 25 °С. Дальнейшие полиморфные превращения протекают так же, как при нагревании исходных γ - форм [3].

Для оценки устойчивости техногенных породы на распад существуют расчетные формулы:

$$SiO_{2min} = \frac{100 - \sum RO}{2,5}, \quad CaO_{max} = \frac{100 - \sum RO}{1,8},$$

где RO- сумма всех оксидов шлака, за исключение CaO и SiO₂, %.

Зная химический состав можно определить стойкость техногенных от-

ходов к распаду. Сырье считается распадающимся, если содержание SiO_2 меньше, CaO больше, чем их количество, определённое расчётом по формулам, в противном случае – порода стойка к распаду и может применяться как наполнитель.

Для применения металлургических шлаков в качестве наполнителя обязательна проверка их на распад. Исследован на силикатный распад металлургический доменный шлак (таблица 1). Расчетные данные приведены в таблице 2. Доказано, что исследуемый шлак по результатам расчета устойчив против силикатного распада.

Таблица 1 – Химический состав доменного шлака

	Содержание оксидов, %									
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	Na_2O	TiO_2	MnO	K_2O	ПП П
Гранулированный, ОАО «ЗСМК»	38,07	10,36	42,01	6,55	0,37	0,49	0,94	0,62	0,56	0

Таблица 2 – Расчетные данные на определение устойчивости шлака против силикатного распада

	$\text{SiO}_{2\text{min}}$	$\text{SiO}_2^{\text{практ}}$	CaO_{max}	$\text{CaO}^{\text{практ}}$
Гранулированный, ОАО «ЗСМК»	32,04	38,07	44,51	42,01

Установлено, что особенно не стойкие к распаду сталеплавильные шлаки, с повышением содержания CaO (> 40 %) шлаки склонны к силикатному распаду. Влияние на это явление оказывает температура охлаждения расплава (рисунок 2).

При использовании таких саморассыпающихся шлаков в производстве литых шлаковых изделий, или как наполнителя, необходимо шлаковые расплавы стабилизировать, т.е. изменить их химический, а значит и минералогический состав для получения устойчивой кристаллической структуры. Например, в течение месяца шлаки периодически поливают водой.

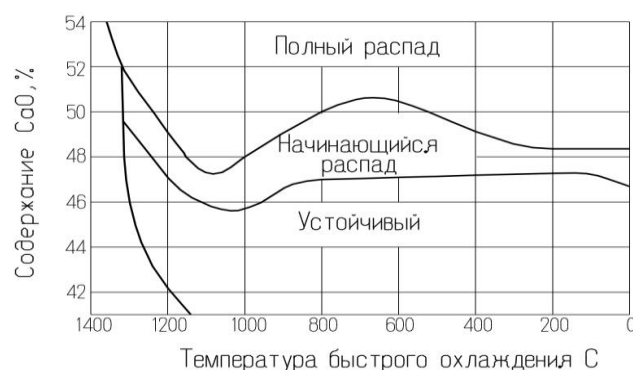


Рисунок 2 – Влияние температуры охлаждения расплава и содержания в нем CaO на структурно – объёмную деформацию шлака

Лабораторный метод определения стойкости к силикатному распаду пород осуществляется методом поперечного пропаривания и насыщения водой определенной фракции заполнителя. Берут навеску одной фракции породы, взвешивают, насыщают водой и подвергают пропариванию. Затем эту навеску сушат, просеивают, взвешивают и определяют потерю по массе. Масса навески должна уменьшаться не более чем на 5 %, что свидетельствует о стойкости заполнителя против силикатного распада. Установлено, что исследованный шлак после пропаривания выдержал лабораторные испытания на распад, то есть подтвердил результаты расчета и перехода минерала из устойчивого в неустойчивое состояние. Была изучена фракция шлака Ø2,5мм, после пропаривания остаток на сите № 2,5 составляет 99,3 %, а потери 0,7 %.

Известкой, сернисто-металлический распад. Разрушение породы может происходить и вследствие известкового, железистого, марганцевого, сернисто-металлического распада, которые также сопровождаются значительным увеличением первоначального объема. Нарушение целостности кристаллической структуры техногенной породы приводит к резким изменениям его механических свойств.

Известковый распад характерен для отходов, содержащих повышенное количество свободного оксида кальция (CaO), при гидратации которого увеличение объема может достигать до 2,5 раз, что приводит к рассыпанию.

Сернисто-металлический распад происходит вследствие гидратации сульфатов железа FeS, а также MnS, MeS (сернистые соединения металлов) под влиянием атмосферной влаги. В результате этой реакции объем увеличивается на 38 %.



Лабораторное исследование на металлический распад металлургического шлака, фракции 2,5мм (таблица 1). Навеска одной фракции породы заливается дистиллированной водой и настаивается 30 суток, после просушивания она просеивается через сито №2,5. Если количество рассыпавшихся зерен не более 5 %, это свидетельствует о стойкости породы и возможности её применения в качестве заполнителя. Исследование шлака показало стойкость его к сернисто – металлическому распаду, выпадение зерен Ø < 2,5 мм составило 1,5 %.

Таким образом, в работе рассмотрены методы исследования техногенных отходов в виде металлургического шлака, как заполнителя, проведено изучение его на силикатный, известковый и сернисто–металлический распад. Установлено, что испытуемый шлак устойчив против всех видов распада, и он может использоваться как заполнитель.

Библиографический список

1. Камбалина И.В., Панова В.Ф. Строительные материалы / И.В. Камбалина, В.Ф. Панова [Электронный ресурс] – URL: [https://do.sibsiu.ru /day /](https://do.sibsiu.ru/day/)

pluginfile.php/384095/mod_resource/content/1/лекции%20СМ%20%202020.pdf.

2. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований – Минеральные техногенные отходы как наполнитель композиционных материалов на основе полимерной матрицы – [Электронный ресурс] – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6870>.

3. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для строительных материалов / В. Ф. Панова // Методы исследования техногенного сырья – Новокузнецк, СибГИУ, 2009.

УДК 691:366.64

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ МАРКИРОВКА

Кузнецов С.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: prototypeser@gmail.com*

В работе представлена расшифровка и пояснения к маркировке строительных материалов. Установлено, что она характеризует физико-механические свойства изделий. Даны основные понятия марок строительных материалов и изделий: конструктивный бетон, ячеистый бетон, газобетон, растворы, цементы, известь, гипс, керамический кирпич, битум.

Ключевые слова: свойства, марка, конструктивный бетон, ячеистый бетон, газобетон, цемент, гипс, известь, керамический кирпич, растворы, битум.

Цель работы: проанализировать связь между свойствами строительных материалов и изделий и их маркировками. Установить какие свойства отражены в маркировке.

Маркировка стройматериалов – важный этап выпуска продукции, в ходе которого производитель должен обеспечить нанесение достоверной информации изделия. Такая процедура необходима для удобства хранения товаров, их реализации и дальнейшего использования.

Свойства материала определяют экспериментальным путем. Для испытаний на прочность эталонным образцом для всех видов бетонов (конструктивный – тяжелый, легкий, ячеистый) является куб с ребром 15 см; для вяжущих веществ (цемент, гипс) – балочка размером 4x4x16 см; для растворов – куб с ребром 7,07 см, он может быть с плотным основанием (для заделки швов) и с пористым основанием (для кладки).

Самый распространенный строительный материал на сегодня является бетон. Он бывает: тяжелый бетон – конструктивный, легкий бетон – на пористых заполнителях, особо легкий – ячеистый бетон: газобетон, пенобетон.

Конструктивный бетон применяется для несущих конструкций зда-

ний и сооружений (сваи, балки, стеновые изделия, плиты покрытий и плиты перекрытий). Плотность бетона составляет $\gamma = 1800 \dots 2500 \text{ кг/м}^3$. Главными свойствами являются: прочность на сжатие, морозостойкость, водонепроницаемость. Прочность на сжатие указывают в виде марки (М) либо в виде класса (В). Например, М200 $\rightarrow R_{сж} = 200 \text{ кг*с/см}^2$ или класс В20 $\rightarrow R_{сж} = 20 \text{ МПа}$. Класс показывает прочность конструкции в МПа. Марка бетонной смеси заказывается несколько выше класса на величину коэффициента партионной вариации ($V_{\text{парт.вар}}$). Связь марки и класса:

$$B = V_{\text{парт.вар}} * M \text{ или } M = B / V_{\text{парт.вар}}, \text{ МПа,}$$

где $V_{\text{парт.вар}}$ – коэффициент партионной вариации:

$$V_{\text{парт.вар}} = 0,7786 \text{ для рядовых конструкций;}$$

$$V_{\text{парт.вар}} = 0,7212 \text{ для гидротехнических бетонов.}$$

Например, для конструкции класса В15 надо заказать бетон марки $M = B / V_{\text{парт.вар}}$ или М200.

Морозостойкость бетона – способность бетонных изделий переносить циклы замерзания-оттаивания образцов в насыщенном водой состоянии без потери прочности (допускается снижение прочности до 15 % и снижение массы до 5 %). Например, морозостойкость бетона F100, то есть материал выдерживает 100 циклов попеременного замерзания ($t = -15 \dots -17 \text{ }^{\circ}\text{C}$) и оттаивания ($t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, в воде) по 4 часа, без снижения прочности.

Водонепроницаемость отражает максимальное давление в МПа* 10^{-1} , при котором появляются капли воды с противоположной стороны образца. Марки: W2...W12. Например, W6 означает, что бетон не должен пропускать воду при давлении 0,6 МПа.

Для изделий из *легких* и *ячеистых бетонов*, кроме марки по прочности, есть марки по средней плотности (γ). Она обозначается буквой «D», например D300 $\rightarrow \gamma = 300 \text{ кг/м}^3$. К легким бетонам относится *бетон на пористых заполнителях* (минеральные заполнители: керамзит, аглопорит, перлит, вермикулит). Теплопроводность такого материала составляет $\lambda = 0,055 \dots 0,145 \text{ Вт/(м*}^{\circ}\text{C)}$. Для *ячеистых бетонов*: газобетон, пенобетон $\lambda = 0,06 \dots 0,40 \text{ Вт/(м*}^{\circ}\text{C)}$. Газобетон – очень пористый материал, поэтому рассматривают паропроницаемость $\mu = 0,230 \dots 0,140 \text{ мг/(м*ч*Па)}$, а также теплопроводность в двух случаях: в сухом состоянии ($t = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$) $\lambda_{\text{сух}} = 0,095 \dots 0,182 \text{ Вт/(м*}^{\circ}\text{C)}$ и при равновесной влажности 4 % ($t = 300 \text{ }^{\circ}\text{C}$) $\lambda_{\text{вл}} = 0,100 \dots 0,215 \text{ Вт/(м*}^{\circ}\text{C)}$.

Строительные растворы используют для отделочной, каменной и кирпичной кладки стен. Раствор состоит из вяжущего вещества, заполнителя (в виде зерен песка с размером не более 2,5 мм для обычной кладки и 1,25 мм для отделочного слоя, штукатурки) и добавок. Маркируется по прочности при сжатии ($R_{сж}$, кг*с/см²) и морозостойкости (F).

Для стеновых материалов в виде *керамического кирпича* оценивают качество изделия по внешнему виду: размеры, непрямолинейность, отклонение от перпендикулярности, отбитость углов по диагонали, притупление ре-

бра при пустотах менее 5 мм, трещины на ложковых и тычковых гранях. Кирпич получают в результате обжига глины при температуре 950...1000 °С в печи. Применяется для возведения несущих и самонесущих стен и перегородок, одноэтажных и многоэтажных зданий и сооружений, заполнения пустот в монолитно-бетонных конструкциях, внутренней части дымовых труб, промышленных и бытовых печей. Для определения марки испытывается образец в виде куба из двух половинок кирпича, расположенные между резиновыми пластинками. Размеры условного кирпича 250x120x65(88) мм, массой от 3 до 4 кг (рисунок 1). Марка кирпича определяется по прочности на сжатие и выражается в кг*с/см². Например, М100 означает, что максимальная сила сжатия, выше которого материал уже разрушается, равна R_{сж} = 100 кг*с/см². В таблице 1 рассмотрены маркировки конструктивных строительных материалов.

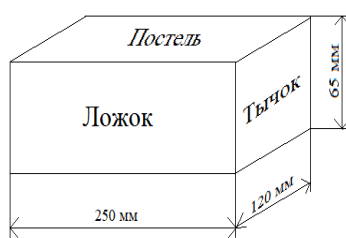


Рисунок 1 – Название сторон полнотелого кирпича

Таблица 1 – Маркировка конструктивных строительных материалов

Свойство Материал	Маркировка по прочности при сжатии, кг*с/см ²	Класс по прочности при сжатии, МПа	Маркировка по средней плотности, кг/м ³	Другие свойства: морозостойкость (циклы), водонепроницаемость (давление, МПа*10 ⁻¹)
Конструктивный бетон	M50, M75, M100, M150...M800 (интервал 50)	B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15...B60 (интервал 5)		F50...F1000 (интервал 50); W2...W20 (интервал 2)
Бетон на пористых заполнителях			D150...600	
Ячеистый бетон (газобетон, пенобетон)	M4...150	от B2 до B7	D200...D1100	
Растворы	M4, M10, M25, M50, M75, M100, M150, M200			F10, F15, F25, 35, F50... F300 (интервал 50)
Керамический кирпич	M75, M100, M150, M200, M250, M300			F 15, 25, 35, 50, 75, 100

К вяжущим веществам относятся цементы, гипс, известь. Известны следующие цементы: портландцемент (ПЦ), шлакопортландцемент (ШПЦ), глинозёмистый цемент, они являются основным компонентом для бетонов. Различают 5 типов цементов, каждый из которых имеет свою прочность на сжатие и процентный состав активных минеральных добавок (Д): ЦЕМ I – ПЦ (Д 0 %), ЦЕМ II – ПЦ (Д до 20 %), ЦЕМ III - ШПЦ, ЦЕМ IV – пуццолановый цемент, ЦЕМ V – специальный цемент. В качестве активных минеральных добавок (Д) обычно применяют тонкомолотый доменный гранулированный (быстроохлажденный) шлак. Маркировка вяжущих веществ представлена комбинацией условных обозначений (таблица 2). Для вяжущих материалов важными характеристиками являются класс прочности на сжатие в МПа, процентный состав активных минеральных добавок – Д, скорость схватывания (н.сх.) и твердения (к.сх.), а также тонкость помола (известь – сито №008, гипс – сито №02).

Известь характеризуется по сортам: выход известкового теста (I сорт более 2,4 л/кг, II сорт от 2 до 2,4 л/кг, III сорт от 1,6 до 2 л/кг) и количество непогасившихся зерен по химическому составу кальциевая известь: I_с – 7 %, II_с – 11 %, III_с – 14 %; магнезиальная и доломитовая извести: I_с – 10 %, II_с – 15 %, III_с – 20 % от общей массы.

Теплоизоляционный материал используется для обеспечения утепление различных поверхностей: стен, кровли, пола, потолка. Основными свойствами являются: плотность, жесткость и теплопроводность (таблица 3).

Таблица 2 – Маркировка вяжущих веществ (цемент, гипс)

Название	Марка	Пояснение
Цемент. Гидравлическое вяжущее.	ЦЕМ I (R=40...60 МПа, D = 0%) ЦЕМ II (R=32,5 МПа, D = 5...20%) ЦЕМ III (R = 30...60 МПа, D до 60% граншлака) ЦЕМ IV (R=15...30 МПа, D=21...35%) ЦЕМ V (R=32,5 МПа, D = 11-30% зола, 11-30% граншлак)	Маркировка разделена на 5 классов, каждый из которых имеет свою прочность на сжатие и процентный состав добавок
Строительный гипс. Воздушное вяжущее.	Г2...Г25 А - Быстротвердеющий н. сх. 2 мин, к. сх. 15 мин; Б - Нормальнотвердеющий н. сх. 6 мин, к. сх. 30 мин; В - Медленнотвердеющий н. 20 мин, к. не нормируется Грубый (I) 23%, Средний (II) 14%, Тонкий (III) 2%	Прочность при сжатии (R _{сж}), МПа Начало схватывания (н. сх.), начало твердения (к. сх.) Тонкость помола (процентах, часть от максимального остатка на сите №02)

Таблица 3 – Маркировка теплоизоляционных минераловатных изделий

Свойства	Марка	Пояснение
Плотность	ОНП (15...75) НП (100...175) СП (200...350) ПЛ (400...600)	Средняя плотность (γ), кг/м ³
Жесткость	М (30%) П (6...30%) Ж (до 6%) ПЖ (до 10%) Т (до 10%)	Жесткость (относительное сжатие в процентах при удельной нагрузке 1,96 кН/м ²)
Теплопроводность	А – до 0,06 Вт/(м*°С) Б – 0,06...0,115 Вт/(м*°С) В – 0,115...0,175 Вт/(м*°С)	Теплопроводность (λ), Вт/(м*°С)

Органические черные вяжущие, к ним относятся материалы на основе битумов. Они нашли применение для обмазки или гидроизоляции трубопроводов, в дорожно-строительной отрасли (асфальтобетон), в производстве лакокрасочных изделий и кровельных материалов (рубероид, толь). В маркировке для них отражается температура размягчения и твердость (растяжимость) материала. Маркировка представлена в виде соотношения, например, БН 90/10: Б – битум, Н – нефтяной, 90° – температура размягчения, 10° = 1 мм – твердость - глубина проникания иглы пенетromетра в битум.

Итак, установлено, что марки отражают основные свойства строительных материалов и изделий. Методика определения марки строительных материалов, её цифровой показатель отражаются в ГОСТах.

– Для конструктивных материалов (цемент, стеновые изделия) основными свойствами являются прочность при сжатии, морозостойкость, а для тяжелого бетона ещё и водонепроницаемость.

– Для теплоизоляционных материалов (включая ячеистый бетон, минеральной ваты) основной характеристикой является – средняя плотность, обозначается буквой «D». Теплоизоляционные изделия на основе минеральной ваты маркируются по степени жесткости (мягкий, жесткий, твердый);

– Сыпучие заполнители имеют маркировку по насыпной плотности, например, керамзит М500 → $\rho_{\text{нас}} = 500 \text{ кг/м}^3$.

– Для конструкций, которые работают снаружи здания, характерна маркировка по морозостойкости, а в воде – по водонепроницаемости. Марка по морозостойкости обозначается буквой «F» и означает количество циклов заморозания и оттаивания без потерь прочности. Марка по водонепроницаемости обозначается буквой «W» и означает давление в МПа*10⁻¹, при котором могут появиться капли воды с противоположной стороны образца.

– У органических вяжущих, таких как битум нефтяной, в марках отражаются следующие свойства: температура размягчения и твердость (растяжимость).

Библиографический список

1. Кикеева Ю.И. Строительные материалы и изделия. учебное пособие /Ю.И. Киреева, О.В. Лазоренко. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 349с.
2. Ляпидевская О.Б. Бетоны. Технические требования. Методы испытаний. Сравнительный анализ российских и европейских строительных норм: учебное пособие / О.Б.Ляпидевская, Е.А.Безуглова;М – во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. ун – т». Москва: МГСУ, 2013. 120с.
3. Попов Л.Н. Лабораторный практикум по предмету «Строительные материалы и детали»: учебное пособие /Л.Н.Попов. – М.: Стройиздат, 1988. – 223с.
4. Ляпидевская О.Б. Бетонные смеси. Технические требования. Методы испытаний. Сравнительный анализ российских и европейских строительных норм: учебное пособие / О.Б.Ляпидевская, Е.А.Безуглова;М – во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. ун – т». Москва: МГСУ, 2013. 60с.

УДК 692

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ И КАРКАСА БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Самусенко Э.Э., Сагитова В.С., Белозерова И.Л.,
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Семин А.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: el.sam@mail.ru*

Любое здание, предназначенное для размещения авиатехники, не должно иметь внутренних опор, поэтому в этих случаях используются каркасные авиационные ангары, покрываемые легкими сэндвич-панелями или профлистами. Проектирование этих сооружений определяется размерами летательных аппаратов, для которых они предназначены, с учетом удобства выполнения технологических операций по их обслуживанию.

Ключевые слова: ангар для самолетов, пролет, конструкции, металлические конструкции, структура.

Ангар – это крупное сооружение, предназначенное для хранения, технического обслуживания, ремонта самолетов, вертолетов и подобных летательных аппаратов.

Рассмотрим виды авиа ангаров. Самыми распространенными будут

арочные, полигональные, шатровые, прямостенные из металлоконструкций, воздухоопорные (пневмо) ангары (рисунок 1).

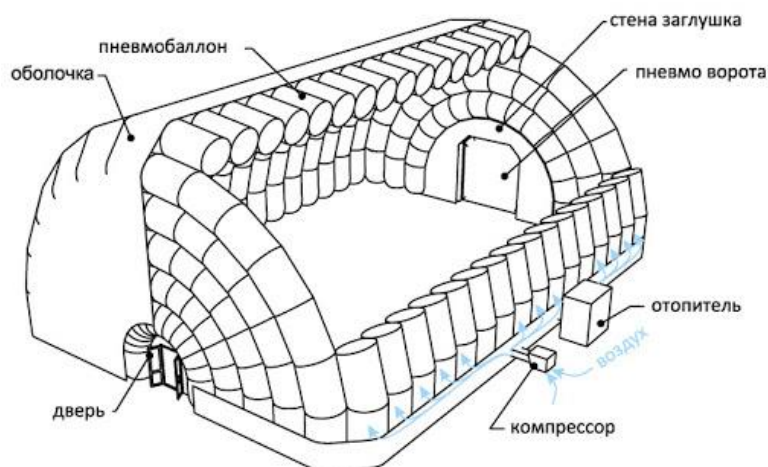


Рисунок 1 – Ангары: арочные, шатровые, полигональные, прямостенные, воздухоопорные

Арочный ангар. Арочная конструкция позволяет равномерно распределять повышенную нагрузку на обшивку и обладает высокой устойчивостью к сильному ветру, снегопадам и ливневым дождям.

Шатровый ангар. Конструктивная особенность крыши – «конёк». Шатровый ангар обладает всеми достоинствами арочного ангара, а за счет того, что стены шатрового ангара сужаются кверху на 20 градусов, получается наибольшая полезная площадь.

Полигональный ангар. Представляют собой плоские решетчатые фермы или балки двутаврового сечения, имеющие фланцевые монтажные стыки на высокопрочных болтах.

Прямостенный ангар. Не имеет ограничений по размерам, могут монтироваться в несколько пролетов и этажей. Крыша прямостенного ангара может быть односкатной и двускатной. Сборно-разборный металлокаркас на болтовых соединениях.

Пневмокаркасный ангар. Представляют собой каркасное здание, состоящее из арочных баллонов, накаченных воздухом под определенным давлением, соединенных между собой и покрытых тентовым защитным полотном. Баллоны могут быть как герметичными, так, и оборудованы системой автоматической подкачки воздуха.

Для проектирования авиа ангара из всего разнообразия был выбран самый оптимальный вид ангаров – прямостенный.

Совместно запроектирован административный корпус, поэтому можно отметить, что прямостенный вид ангара позволяет разработать единое здание с целью экономии площади застройки и понижению показателей теплотерь.

Авиационные ангары обычно проектируют из металла и они имеют следующие достоинства:

- Быстровозводимые сооружения (и временные, и капитальные).
- Быстрый монтаж конструкций, не требует больших трудозатрат.
- Небольшой вес конструкций и здания в целом, что можно разобрать и заново собрать на новой площадке без потери материала (для временных).
- Универсальность. А именно – может выполнять функции объекта производственного, коммерческого, сельскохозяйственного и даже жилого назначения.

- Самый экономически выгодный вид ангаров.
- Не имеет ограничений по параметрам: ширина, длина, высота.

Авиа ангары можно перекрывать металлическими фермами. Кроме того, можно использовать и структуры.

Структурные конструкции (структуры) – это плоские сетчатые системы регулярного строения. Выполняют их из большого числа однотипных относительно небольших металлических элементов, унифицированных по форме и размерам. Изображение структуры показано на рисунке 2.

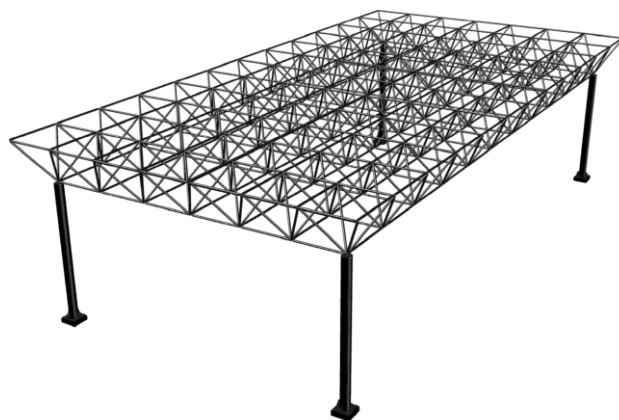


Рисунок 2 – Структурная конструкция.

Основные виды структурных конструкций показаны на рисунке 3. Все они могут быть образованы с использованием различных типов элементов и решеток.

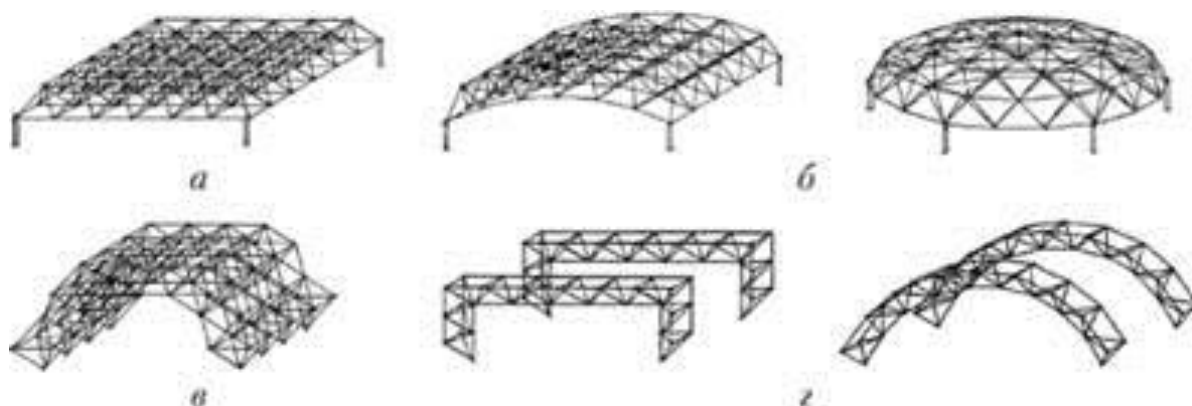


Рисунок 3 – Виды структурных элементов: а– плоские системы, б – криволинейные системы, в – складчатые системы, г – линейные системы

Библиографический список

1. Электронный ресурс.- Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
2. Электронный ресурс.- Режим доступа: <https://angargid.ru/karkasnye/vidy-karkasnyh-angarov.html>.
3. Электронный ресурс.- Режим доступа: <https://vat-inzhiniring.ru/stati/metallicheskiy-byastrovozvodimiy-angar/>.
4. Электронный ресурс.- Режим доступа: <https://studme.org>.
5. Электронный ресурс.- Режим доступа: <https://docplayer.ru>.

УДК 721

ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ AUTODESK REVIT

Астрашенко В.В., Новикова К.Ю.
Научный руководитель: Баклушина И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: baklushina.iv@gmail.com*

В докладе описано приобретение опыта в профессиональной деятельности с применением BIM-технологий в программном комплексе «Revit» с использованием источников информации и видеоуроков по работе в данном программном комплексе.

Ключевые слова: BIM-технологии, Revit, строительство, модель, конструктивные элементы, ГВС, вентиляция.

BIM является аббревиатурой английского Building Information

Modeling и представляет собой технологию информационного моделирования. Данная технология позволяет моделировать любые строительные объекты, включая здания, инженерные сети, дороги, железные дороги и другие объекты [1].

Технологии BIM базируются на виртуальной трехмерной модели, обладающей реальными физическими свойствами. Но это не все ресурсы технологии информационного моделирования. BIM учитывает физические характеристики объекта, варианты размещения в пространстве, стоимость каждого кирпича, плафона, трубы.

Интерфейс «Revit» многообразен и даёт множество возможностей для выполнения проектов. Достаточно большое разнообразие инструментов для преобразования здания или сооружения к реалистичному виду, например, как направление солнечного света, добавление теней, возможность добавлять рельеф местности и другое. Основной способ доступа к командам осуществляется с помощью инструментов, которые расположены на ленте. При выборе объекта модели, на ленте сразу появляются инструменты редактирования. В «Revit» выполнение проекта становится намного интереснее, чем в программах с двухмерными моделями объектов строительства.

Проектирование модели начинается с определения уровней, построения осей здания. Инструмент «Уровень» служит для определения высотной отметки или высоты этажа здания. «Уровни» в проекте мы переименовали в «план этажа». Любой элемент привязан к оси и высотной отметке.

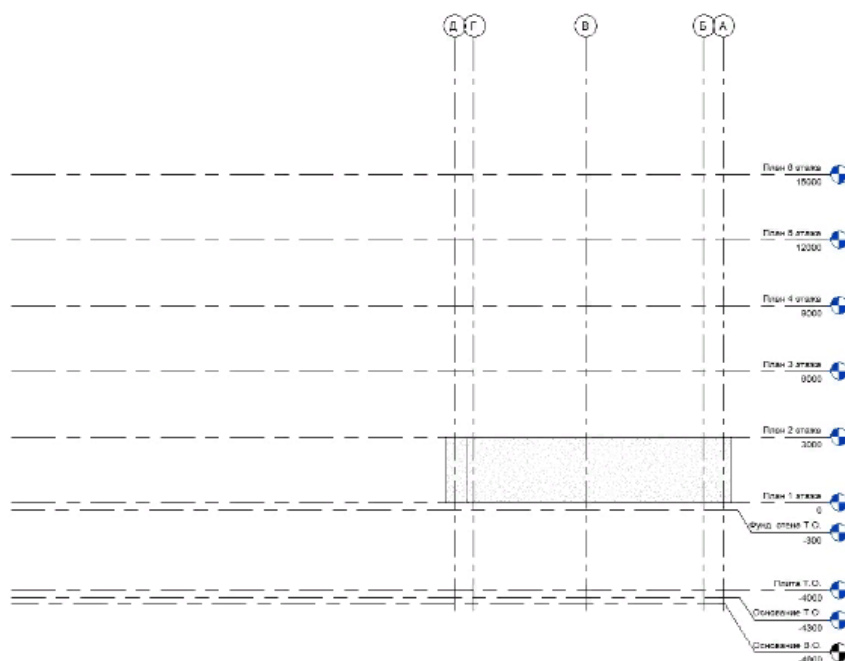


Рисунок 1 - Создание уровней и осей

После построения осей и уровней на план можно добавлять наружные и внутренние несущие стены, перегородки, перекрытия, а так же остальные конструктивные элементы, например, окна, двери, лестницы и прочее.



Рисунок 2 – Конечный вид здания

Далее, закончив проектирование основных несущих элементов, можно приступить к проектированию коммуникаций.

Удобство работы с данными средствами проектирования заключается в том, что нескольким системам водоснабжения, например, горячему и холодному мы можем в свойствах задать определённый цвет, тем самым выделяя их на планах этажей или в 3D-виде. Так же мы можем для трубопровода выбрать толщину стенки, диаметр, шероховатость, материал, что в дальнейшем упростит расчет. В зависимости от настройки параметров трассировки, программа самостоятельно добавляет фасонные элементы. Выбирая «элемент базы данных производителя», можем загрузить всё то, что относится к системе водоснабжения. Затем мы выбираем тип трубы, категорию и при создании участка системы, начинаем собирать трубопровод, а фасонные элементы добавляются автоматически.

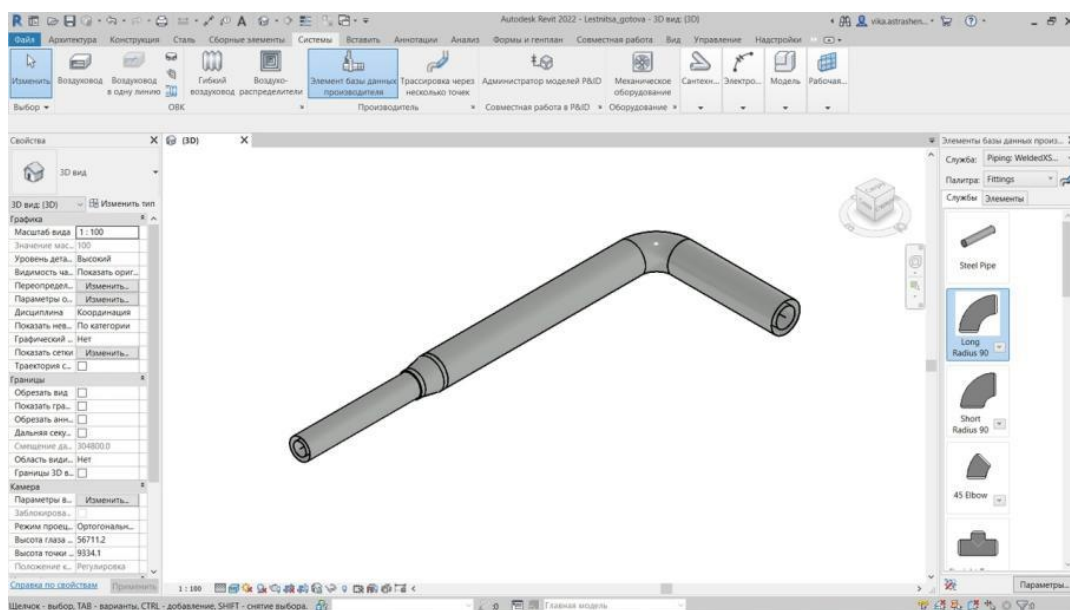


Рисунок 3 – Работа с элементами базы данных производителя

Работа с вентиляционными системами в Revit.

Система воздуховода включает в себя три составляющих:

- Приточный воздух;
- Рециркулирующий воздух;
- Удаляемый воздух.

Воздуховоды бывают: круглые, квадратные, прямоугольные, овальные.

Для любого вида систем, существует такое понятие, как «секущий диапазон» — это определенный объем, попадая в который, объекты становятся видимыми или невидимыми.

В программе можно проложить гибки воздуховод. Гибкий воздуховод бывает круглый и прямоугольный.

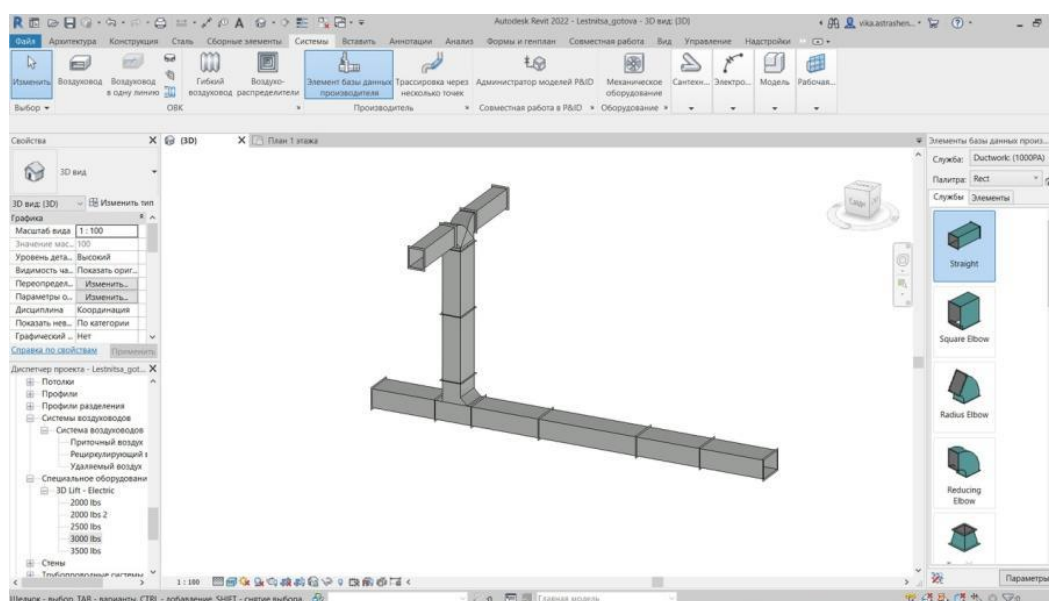


Рисунок 4 – Работа с воздуховодами

Разработка системы горячего водоснабжения и стадии её проектирования.

Первым этапом проектирования системы горячего водоснабжения является расстановка сантехнических приборов, в данном проекте это ванны и умывальники.

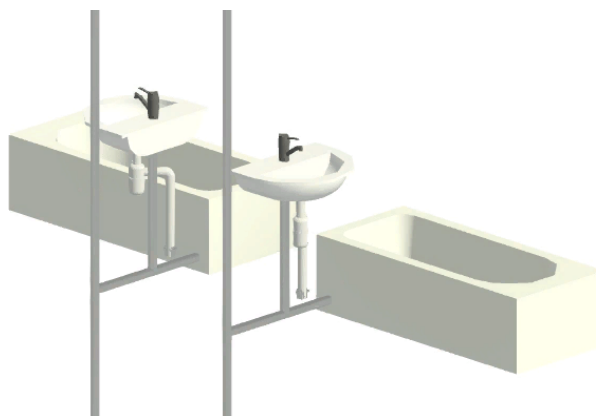


Рисунок 5 – Установка сантехнических приборов

В дом заводится подающий трубопровод, который далее соединяется со всеми приборами. Все трубы выводятся на чердак, где соединяются в одну и уходят в обратку по двум стоякам в подвал, а там соединяясь в одну трубу выходят из здания.

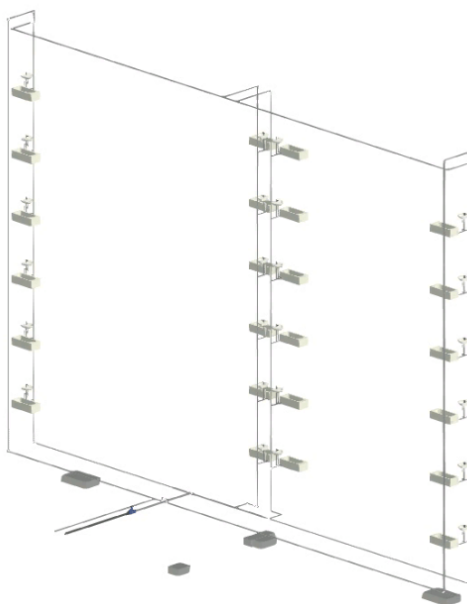


Рисунок 6 – Система ГВС проектируемого здания

Заключительным этапом будет оформление чертежей в «Revit». Листы всех форматов относятся к семействам. В диспетчере проекта отображается каждый лист. После добавления титульного листа с определенным выбранным штампом, его обязательно редактируют. После настройки штампа листа для чертежей, последующий созданный лист заполняется программой автоматически. Добавление чертежей на оформленный лист по всем правилам производится через вкладку «Вид».

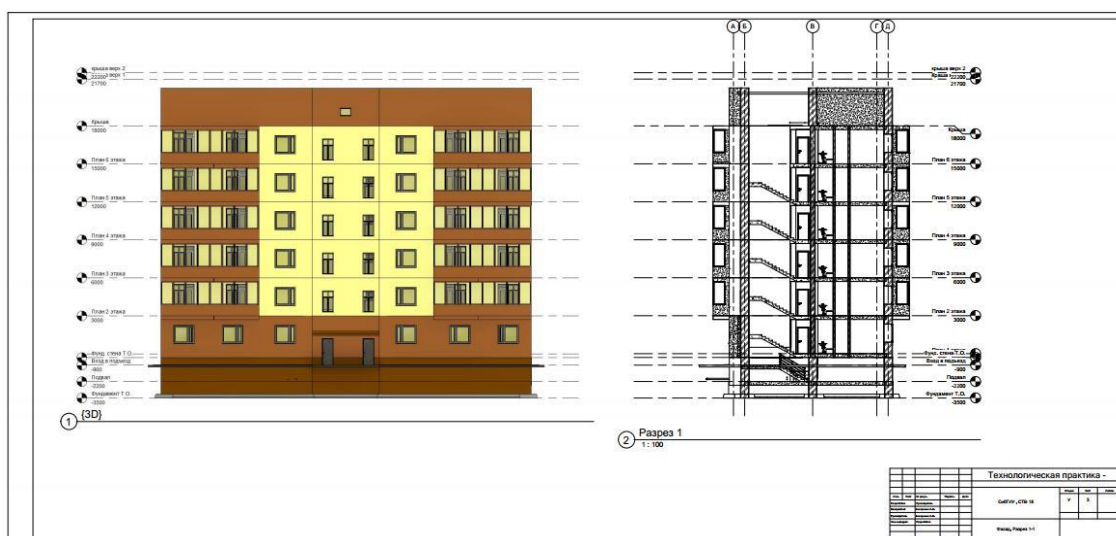


Рисунок 7- Пример оформления чертежей

Revit – это современный и удобный инструмент для архитектора. Программа по сути является логичным продолжением AutoCAD и ArchiCAD. Она не научит пользователя проектированию, если тот не обладает необходимыми навыками, но позволит копнуть глубже в профессию, а вместе с тем сделает работу более эффективной и качественной.

Библиографический список

1. Березка В. BIM-технологии в строительстве 2021 [Электронный ресурс]/ Березка В. – 2020 – Режим доступа: <https://www.planradar.com/ru/bim-tehnologii-v-stroitelstve/>.

2. Проектирование зданий в Autodesk Revit : методические указания к проектной практике [Электронный ресурс] / Учебные издания СибГИУ. – Кафедра теплогазоводоснабжения, водоотведения и вентиляции. – Режим доступа: <http://library.sibsiu.ru/>, свободный Загл. с экрана. (дата обращения: 27.03.22).

УДК 62.52: 697.3

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДАЧИ ТЕПЛА В СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Селезнева Д.Д., Баклушина И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: baklushina.iv@gmail.com*

В данной статье рассматриваются и сравниваются виды регулирования подачи тепла в системы отопления.

Ключевые слова: отопление, качественно-количественное регулирование, температурный режим.

Нагрузка на системы отопления зависит от температуры наружного воздуха. При различных погодных условиях требуется различное количество тепла в системе отопления. При этом необходимо искусственно изменять параметры и расход теплоносителя, в зависимости от потребностей потребителей, что позволит повысить качество теплоснабжения и сократить расход тепловой энергии и затрат на топливо.

В системах теплоснабжения нашей страны основным методом центрального регулирования считается качественное регулирование путем изменения температуры теплоносителя при его постоянном расходе. Некоторые исследования [1] показали, что лучшие показатели систем отопления достигаются при переменном расходе воды в них, так как постоянный расход в течение отопительного периода не может обеспечить равномерный прогрев приборов отопления, которые находятся на разных этажах.

Наиболее перспективным энергосберегающим методом регулирования

является качественно-количественное регулирование. При этом способе изменение расхода воды в системах происходит одновременно с изменением температуры наружного воздуха. Современные методы расчета качественно-количественного регулирования учитывают отопление как основную нагрузку, а нагрузка горячего водоснабжения принимается в расчет только при увеличении расхода сетевой воды. При этом совместная работа систем отопления и горячего водоснабжения не анализируется, так же не производится расчет переменных режимов. То есть настоящее время методики расчета качественно-количественного регулирования, позволяющие полностью учесть влияние нагрузки горячего водоснабжения на работу систем отопления, отсутствуют, что является существенным недостатком этого способа регулирования.

Анализ существующих графиков качественно-количественного регулирования тепловой нагрузки на источнике теплоты, проведенный в [1], позволил выявить следующие особенности:

1. Традиционный график качественно-количественного регулирования в современных условиях при действующих низких температурах теплоносителя не обеспечивает допустимой температуры внутреннего воздуха отапливаемых зданий.

2. Наименьшие колебания температуры внутреннего воздуха обеспечивает криволинейный график, в котором учтена зависимость теплоотдачи отопительных приборов от температуры теплоносителя.

3. Наиболее неблагоприятный внутренний режим наблюдается в пределах точки излома температурного графика, причем у низкотемпературных графиков точка излома приходится на область более низких наружных температур, когда теплопотери еще достаточно велики [1].

В исследовании [2], проведенном в городе Тюмень, в результате сопоставления графика ТЭЦ с расчетным обнаружено несоответствие температуры сетевой воды графика ТЭЦ при температуре наружного воздуха, соответствующей температуре проектирования системы отопления.

При проведении расчетов было установлено, что график, предложенный для качественного регулирования температур сетевой воды в подающем теплопроводе городского округа Тюмени, при температурах наружного воздуха от $+8$ до -10 °С позволяет создавать температуру воздуха в жилых помещениях выше расчетной, равной $+18$ °С. А при температурах наружного воздуха от минус 10 до минус 35 °С температура воздуха в жилых помещениях становится значительно ниже расчетной, а затем отрицательной, что совершенно недопустимо.

Исследование метода регулирования нагрузки отопления в зданиях [3] имело своей задачей повышение эффективности систем централизованного теплоснабжения. Для этого был предложен способ, обеспечивающий максимальное использование теплового потенциала теплоносителя и минимальные затраты энергии на транспортировку теплоносителя по тепловым сетям без изменения заданной температуры воздуха в отапливаемых помещениях. График качественно-количественного регулирования отопления по предло-

женному методу был назван расширенным графиком регулирования (РГР).

Новый расширенный график регулирования режима отопления позволяет производить максимальное охлаждение теплоносителя и наиболее полное использование его теплового потенциала. В расширенном графике с включением отопления поддерживается минимально возможный (допустимый) расход воды, подаваемой в систему отопления, и вначале ее температура с понижением температуры наружного воздуха повышается (качественное регулирование). При некоторой температуре наружного воздуха (температура смены способа регулирования) при минимальном расходе достигается максимальная допустимая или некоторая принятая расчетная температура воды, подаваемой на отопление, которая затем с понижением температуры наружного воздуха поддерживается постоянной, а регулирование процесса отопления осуществляется увеличением расхода воды (количественное регулирование).

Расширенный график регулирования индивидуален для каждого здания, поэтому может обеспечиваться только работой автоматизированного узла управления в ИТП для систем отопления с насосным смешиванием. Алгоритмы управления отоплением по РГР и уравнению регулирования при различных схемах систем отопления и типах зданий является задачей дальнейших исследований. Но уже сейчас можно сделать некоторые выводы о применении РГР [3]:

1. Предложенное новое уравнение качественно-количественного регулирования режима отопления позволяет определять необходимую температуру воды, подаваемой в систему отопления, и температуру обратной воды.

2. Применение расширенного графика регулирования приводит в основной части отопительного периода к снижению температуры обратной воды до 30-40 °С, что обуславливает минимальный расход воды на отопление, снижает затраты электроэнергии на сетевые насосы, а также уменьшает потери тепловой энергии в сети.

3. Оценка, определенная при помощи моделирования, показала увеличение энергоэффективности системы отопления с 58 до 83 %. Учет внутренних тепловыделений при применении регулирования позволяет снизить отопительную нагрузку в основной части отопительного периода и уменьшить отпуска тепла на отопление за весь период на 12,5 %.

4. Переход на расширенный график регулирования режима отопления в течение отопительного периода приводит к снижению расхода сетевой воды с 88 до 38 % расчетного расхода и уменьшению мощности сетевых электронасосов с 66 до 22 % расчетной мощности.

Однако следует отметить, что для крупных котельных переход на пониженные непроектные температурные графики является энергетически неэффективным [4].

Таким образом, следует, что на сегодняшний момент нельзя назвать наиболее эффективного способа регулирования подачи тепла в тепловые сети, однако существующие разработки и исследования позволяют совершен-

ствовать регулирование подачи тепла.

Библиографический список

1. Рафальская Т.А., , Исследование переменных режимов работы систем централизованного теплоснабжения при качественно-количественном регулировании / Т.А. Рафальская, А.Р. Мансуров, И.Р. Мансурова // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – Новосибирск, 2019, – Т. 10, №2, – С. 79-91.

2. Антонова Е.О., Рыдалина Н.В., Степанов О.А., Аксенов Б.Г. Изучение влияния температуры теплоносителя в системе теплоснабжения на температуру воздуха в помещении // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – Тюмень, 2021. . – Т. 7. №3, . – С. 53-70.

3. Пятин А.А., Суворов Д.М. Расширенный график регулирования отопления: определение и оценка эффективности применения в системах теплоснабжения // Теплоэнергетика. – Киров, 2021. №4. С.64-78.

4. Суворов Д.М., Татарина Н.В., Лыскова Е.А. Эффективность расширенных графиков регулирования отопления на ТЭЦ при понижении расчетной температуры прямой сетевой воды // Problemele energeticii regionale, 2021. – №4. – С. 100-114.

5. Рафальская Т.А. Исследование возможности организации низкотемпературного теплоснабжения при центральном качественном регулировании // Теплоэнергетика. – Новосибирск, 2019 – №11. – С. 102-112.

УДК 697.4

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ

Исламова О.В.

Научный руководитель: Баклушина И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: baklushina.iv@gmail.com*

Рассмотрены виды современные тепловых пунктов, их сильные и слабые стороны. Способы актуализации тепловых пунктов.

Ключевые слова: тепловой пункт, перетоп, актуализация, прибор учета

В современном мире, где комфорт для людей – выше всего, было придумано множество способов и инструментов для достижения благоприятных условий жизни человека.

Система теплоснабжения одна из этих инструментов. В ней заключены четыре основных элемента: Источник приготовления тепла, тепловые сети, тепловые пункты и потребители. О достоинствах и надобности каждого из элементов можно говорить долго, но разберем конкретно один из них – теп-

ловые пункты.

Тепловой пункт (ТП) – это комплекс устройств, расположенный в определенном помещении, состоящий из элементов тепловых энергоустановок, обеспечивающих присоединение этих установок к тепловой сети, их работоспособность, управление режимами теплоснабжения, трансформацию, регулирование параметров теплоносителя и распределение теплоносителя по типам потребления.

Основными задачами тепловых пунктов являются:

- контроль и регулирование параметров теплоносителя (температура, расход, давление);
- распределение теплоносителя по системам теплоснабжения (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение);
- отключение систем теплоснабжения;
- защита систем теплоснабжения от аварийного повышения параметров теплоносителя;
- учет расходов теплоносителя и тепла.

Основное назначение любого типа теплового пункта – это регулировка подачи теплоносителя. Все элементы системы всегда рассчитываются на работу с теплоносителем определенной температуры, чистоты, загазованности. Если эти показатели будут нарушены, это приведет к скорому засорению и отказу системы.

Тепловой пункт контролирует показатели выходящей и входящей воды. Потребитель получает жидкость оптимальной температуры под тем давлением, на которое рассчитана отопительная, вентиляционная, водопроводная системы. Иногда может быть такое, что какие-то показатели просто изменятся на недопустимую величину, в этом случае, система контроля просто отключит подачу воды.

Современные тепловые пункты могут быть: индивидуальными (ИТП), центральными (ЦТП) и модульными.

Особенность теплоузла – большое число подключенных потребителей.

ЦТП может обслуживать сразу два и более домов, предприятие или же целый микрорайон. В основном его размещают в специально отведенном строении, но иногда устанавливают в подвальном помещении, если его размеры это позволят.

Этот вариант не особо удобный для обычного потребителя. Проблема в том, что ЦТП устанавливает единую температуру теплоносителя для всех, даже не учитывая, что длина трубопровода у всех не идентична. Самые близко расположенные здания, получают крайне высокую температуру, что способствует перегреванию помещений, а дальние получают довольно прохладную воду.

ИТП – это индивидуальный тепловой пункт, выполняющий абсолютно те же функции, что и ЦТП, но объемы его гораздо меньше. Он подает теплоноситель лишь в одно здание или же в какую-то его часть. Так как по размеру теплоузла гораздо меньше, его размещают в техническом или подвальном

помещении [1].

Говоря о комфорте человека, на ум приходит актуальная тема - проблема перетопа. Во время отопительного сезона люди открывают окна для проветривания, ведь в квартирах становится очень жарко, а иногда даже душно. Температура на улице уже давно такая, при которой можно отключать отопление, но в квартиру всё ещё подается столько теплоносителя, будто за окном суровая зима. Как её решить – автоматизировать систему тепловых пунктов, ведь это значительно повысит комфорт.

При всём этом мало кто задумывается о том, что тем самым мы «выбрасываем деньги на ветер». В отопительный период владельцы квартир и домов (не имеющих приборов индивидуального отопления) получают квитанции, в которых, соответственно, самая «дорогая» строка расходов - это отопление.

Для жилых зданий температура теплоносителя, который поступает в нагревательные приборы, согласно санитарным нормам не должна превышать 95°C, а в тепловых сетях температура перегретой воды может достигать до 150°C. Соответственно, требуется снизить температуры теплоносителя до необходимой величины. Это достигается с помощью элеваторов, установленных в индивидуальных тепловых пунктах.

Принцип действия работы элеватора состоит в том, что перегретая вода из тепловых сетей поступает в конусное съёмное сопло, в котором скорость движения воды резко увеличивается, в результате чего водная струя, которая выходит из сопла в камеру смешивания, подмешивая уже остывшую воду из обратного трубопровода через перемычку во внутреннюю полость элеватора. Коэффициент смешения охлажденной и перегретой воды выбирается один раз при расчёте сопла элеватора и остаётся неизменным весь отопительный период: и зимой, и в весенне-осеннюю оттепель.

Элеваторная схема присоединения имеет несложную конструкцию и не нуждается в электроэнергии. Это её ключевое достоинство. Но эта конструкция представляет собой малоэффективное устройство, которое не сочетается с изменяющимся гидравлическим режимом теплотребления современного сооружения. Основными недостатками данной схемы являются:

1. требуется обеспечение стабильного напора давления тепловой сети от 15 до 20 м. в. ст., что не всегда является возможным.
2. отсутствие регулирования температуры на выходе [2].

Для модернизации тепловых пунктов устанавливают прибор учета и автоматический регулятор теплового потока, изменяющий отпуск теплоты по погодным условиям. Такой тип оборудования называют местным или абонентским с автоматическим регулированием. При этом, изменения конструктивного характера в системе отопления не осуществляются. Но в будущем это вполне возможно. Решение, необходима ли установка автоматизированного узла управления теплотреблением, принимается собственниками многоквартирного дома. Установка автоматизированного узла позволит ограничить подачу лишнего тепла в дом.

Прибор учёта – средство, позволяющее правильно рассчитывать объем потребляемой тепловой энергии. Он необходим для того, чтобы рассчитать взаимодействие между предприятием, которое подает услуги и абонентами, потребляющие их. Приборы помогают созданию комфортных отношений компании с клиентами-абонентами в виде точных взаиморасчетов, ведению в документальной форме истории рабочих параметров системы (давление, расход теплоносителя, и температура) и рациональному использованию всей энергоотдающей системы – гидравлики, теплового режима и контроля [3].

Библиографический список

1. Устройство и принцип работы теплового пункта [Электронный ресурс] // Информационный портал StrojDvor.ru – Режим доступа : <https://strojdvor.ru/otoplenie/ustrojstvo-i-princip-raboty-teplovogo-punkta/> свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 14.03.22).

2. Осетров В.Г., Власов М.В. Автоматизированные тепловые пункты как способ борьбы с перетопом / В.Г. Осетров, М.В. Власов // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых. Белгород, 2020. – С. 4309-4312.

3. Олейник А.В., Попов Р.В., Болков Я.С., Зольников Д.А., Осинцев К.В., Приходько Ю.С. Пути модернизации узлов теплового учёта зданий / А.В. Олейник, Р.В. Попов, Я.С. Болков, Д.А. Зольников, К.В. Осинцев, Ю.С. Приходько // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых, 2021. – Т. 9. – №1. – С. 78-82.

УДК 696.2

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Креницын Р.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Башкова М.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: mn419@mail.ru*

Одно из главных направлений улучшения структуры энергетического баланса страны – снижение в нём доли нефти, используемой в качестве топлива, и замена её газом. Газообразное топливо для г. Новокузнецка может быть успешно использовано для промышленных предприятий, в частности для котельных.

Ключевые слова: газоснабжение производственной паровой котельной.

Прокладка газопровода высокого и среднего давлений для снабжения газом производственной котельной от точки подключения (газопровод подземный от ГРС) осуществляется подземно и надземно с использованием по-

лиэтиленовых труб SDR11 ПЭ110х10,0, с коэффициентом запаса прочности не менее 3,2, стальных труб 108х4,0. При прокладке трубы в полиэтиленовом футляре, на одном конце футляра (в верхней точке по уклону) устанавливается контрольная трубка. На вводе газопровода в котельную предусмотрена надземная запорная арматура. Класс герметичности - «А», после отключающего устройства запроектирована установка компенсатора на газопроводе.

От точки врезки газопровод высокого давления проходит до газорегуляторного пункта ГРПШ – 13-2В-У1, где газ высокого давления I категории (Р до 1,2 кг/см²) редуцируется до высокого давления II категории давления (Р до 0,6 кг/см²). Расчетный расход газа на проектируемый участок составляет 2526,5 м³/ч, в том числе максимальный расчетный расход газа

Удлинения трубопровода от действия температуры и давления транспортируемой среды компенсируются за счет Г- и Z-образных участков трассы. Подземная прокладка газопроводов осуществляется открытым методом. Диаметры трубопроводов принимаются в соответствии с расчетными схемами газопроводов высокого давления согласно данным гидравлического расчета.

Подземные распределительные газопроводы выполняются из полиэтиленовых труб по ГОСТ Р 50838-2009 ПЭ 100 SDR9 с коэффициентом запаса прочности не менее 2,0, расчетный коэффициент запаса прочности [1] составит:

$$SDR = \frac{2 * MRS}{MOP * C} + 1$$

где **SDR** - отношение номинального наружного диаметра к номинальной толщине стенки;

MRS - показатель минимальной длительной прочности полиэтилена, использованного для изготовления труб и соединительных деталей, МПа (для ПЭ 80 и ПЭ 100 этот показатель равен 8,0 и 10,0 МПа соответственно);

MOP - рабочее давление газа, МПа, соответствующее максимальному значению давления для данной категории газопровода, МПа;

C - коэффициент запаса прочности

$$C = \frac{2 * MRS}{MOP * (SDR - 1)} = \frac{2 * 10}{1,2 * (9 - 1)} = \frac{20}{9,6} = 2,1 \text{ для первого этапа строительства}$$

$$C = \frac{2 * MRS}{MOP * (SDR - 1)} = \frac{2 * 10}{0,6 * (11 - 1)} = \frac{20}{6} = 3,3 \text{ для второго этапа строительства}$$

Надземные участки газопроводов выполняются из стальных электросварных труб [2,3] и окрашиваются 2-мя слоями эмали по 2-м слоям грунтовки.

Для снижения давления газа и поддержания его на заданных уровнях в газораспределительных сетях предусматривается установка технологического устройства в шкафном исполнении – шкафного газорегуляторного пункта (ГРПШ), работающего в автоматическом режиме, без присутствия постоянно эксплуатирующего персонала. Включение и отключение системы обогрева

производится соответственно в начале и конце холодного периода года, при переходе температур окружающего воздуха в отрицательный диапазон.

Библиографический список

1. СП 42-103-2003 «Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов» - Текст: электронный // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт] . –URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200034119> (дата обращения 15.02.2021).

2. ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные» - Текст: электронный // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт] . –URL : <http://docs.cntd.ru/document/gost-10704-91/> (дата обращения 15.02.2021).

3. В10 ГОСТ 10705-80 «Трубы стальные электросварные» - Текст: электронный // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт] . –URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200003193> (дата обращения 15.02.2021).

УДК 69.692

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ НЕНЕСУЩИХ ПЕРЕГОРОДОК ЗДАНИЯ И ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Самсониов В.О.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Спиридонова И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: el-42@yandex.ru*

Рассмотрены технология строительства ограждающих конструкций по технологии ЛСТК и технология возведения многослойной ограждающей конструкции с теплоизоляционным слоем.

Ключевые слова: технология, ЛСТК, многослойная ограждающая конструкция.

В работе по проектированию торгово-выставочного центра нужно запроектировать ограждающие конструкции и перегородки. Есть множество вариантов, но в большинстве случаев строители применяют четыре: каркас из металлопрофиля обшитый гипсокартоном и заполненный минеральной ватой, перегородка из керамического кирпича, блоков из ячеистого бетона (газоблок, пеноблок), и гипсовые пазогребневые панели. Дополнительно рассмотрим малоизвестный способ возведения ненесущих стен, это технология ЛСТК (лёгкие стальные тонкостенные конструкции) с внутренним наполнителем в виде монолитного пенобетона марки М500.

Цель настоящего исследования определить по основным характери-

стикам самую эффективную технологию возведения перегородок и ограждающих конструкций.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели были проведены исследования данных проведенных лабораторных испытаний перегородки из ЛСТК по установлению ее механических, теплофизических и физических характеристик.

Объект исследования – здание торгово-выставочного центра.

Предмет исследования – перегородки из металлического профиля

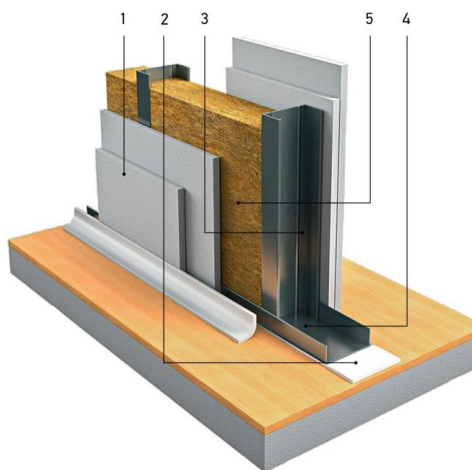
Результаты и обсуждения. Первым делом была исследована перегородка толщиной 120 мм вместо запланированной из блоков ячеистого бетона 200 мм. На данном этапе экономится около 5-8 см на ширине стены, таким образом, уже на этапе проектирования высвобождаем дополнительные m^2 площади. Это уже существенный экономический эффект. После 28 суток после заполнения пенобетоном (M500-теплоизоляционный), прочность стен составила 13 кг/см^2 , теплопроводность $0,12 \text{ Вт/(м*К)}$, были проведены испытания на огнестойкость, результаты показали около 3-х часов (K0). Звукоизоляция стен показала до 50 дБ.

Преимущества этой технологии перед металлокаркасом обшитым ГКЛ (гипсокартонный лист) и внутренним наполнением из минеральной ваты. Со временем минвата немного опускается и вверху стены образуется пустота и тем самым нарушается звукоизоляция стены. В минвате могут завестись живые организмы, даже если их вытравить, то останутся их продукты жизнедеятельности, которые будут портить воздух. В месте монтажа установочной коробки под розетку или выключатель, минваты становится очень мало и также звукоизоляция ухудшается. При открывании и закрывании дверей и окон, из стен будет попадать в воздух мелкая взвесь из частиц минваты, что очень вредно для организма человека. В отличие от заполнителей из монолитного пенобетона из которого ничего не выделяется и ничего там не заводится, так же как и в перегородке из блоков из ячеистого бетона и кирпичной кладки. Но в последних вариантах нужно штробить стены под коммуникации, а это дополнительные трудозатраты и вибрация от штробления не идёт на пользу стене, в отличие от каркасной перегородки в которой прокладываются коммуникации до зашития и заполнения внутренней полый части.

Перегородки из металлического каркаса обшитых ГКЛ и заполненных звукоизоляционной минеральной ватой (рисунок) не нужно штукатурить, они нуждаются только в чистовой отделке – это уже экономия средств. А достичь требуемой звукоизоляции в 53дБ. позволяет перегородка толщиной 125мм, при толщине каркаса в 75мм. обшитой двумя слоями ГКЛ толщиной 12,5мм, по обоим сторонам и заполненных звукоизоляционным материалом толщиной 75мм. Предел огнестойкости 45 минут, его можно увеличить, увеличивая при этом дополнительный слой ГКЛ, как в нашем варианте, а если требуется, то можно выполнить монтаж из ГКЛО (гипсокартонный лист огнестойкий), один слой которого выдерживает 1 час.

Керамический кирпич тяжёлый и оказывает существенную нагрузку на несущие конструкции в отличие от каркасной перегородки, что в свою очередь приводит к удорожанию возведения фундамента и несущих конструкций. Перегородки из кирпича имеют хорошую огнестойкость при толщине 120мм. – 2,5 часа, а вот звукоизоляция кирпичной кладки равна R,44дБ., что менее 52дБ. А чтобы достичь требуемой звукоизоляции в 52дБ. нужно возводить перегородку в кирпич, что увеличивает стоимость кладки в два раза, увеличивает толщину стены на 12 см.- это скрадывает внутреннее пространство и увеличивает вес на несущие конструкции. Один м² такой стены увеличивается с 216 кг. до 450 кг., так же увеличивает время на возведение этой конструкции в 2 раза. К дополнительным тратам ещё нужно отнести что эти стены нужно оштукатурить перед чистовой отделкой.

Газобетон легче кирпича, но тоже требуется поднимать блоки на этаж и наводить раствор и класть по технологии соблюдая все геометрические точности с порядовой прокладкой из армированной сетки, это очень трудозатратно и требуются очень квалифицированные мастера кладки, потом стены из кирпича или пеноблоков нужно будет штукатурить, Это ещё одна статья расходов денег и времени в отличие от технологии ЛСТК в которой стены не требуется штукатурить, достаточно затереть соединительные швы и зашпаклевать и они готовы под покраску или под оклейку обоями, и это является огромным плюсом. То есть эта технология превращает каркасную стену в монолитную.



1 - обшивка из двух слоёв гипсокартона; 2 - уплотнительная лента на основе вспененного полиэтилена; 3 - вертикальная стойка; 4 - горизонтальная направляющая; 5 - звукопоглощающие плиты каменной ваты.

Рисунок 1 - Перегородка в разрезе

В нашем варианте основная задача пенобетона это не несущая способность, а утеплитель и шумоизоляция. А несущая способность перегородки возлагается на каркас из металлического профиля. Есть и минусы, при заливки пенобетона в металлический оцинкованный каркас - это реакция гидратации цементного камня - щелочная среда - Цинк при взаимодействии с водным раствором щелочи преобразуется в комплексную соль цинковой

кислоты с выделением водорода, при этом происходит коррозия металла. И что самое главное - получается соединение соль цинка. Если учесть тот факт, что чистый цинк в принципе безвреден, то химические соединения цинка очень токсичны.

Есть две основных проблемы, которые трудно решить:

1. Коррозия ЛСТК в контакте с бетоном. Любое повреждение профиля приводит к мгновенной коррозии в толще бетонной стены.

2. Заливка производится в "слепую", сложно контролировать качество заливки, возможны пустоты в стенах.

И по экономическому эффекту тут преимущество не в пользу ЛСТК+пенобетон, технология возведения в 2 раза дороже чем обычная перегородка из стенового профиля и минваты обшитой ГКЛ.

Для того чтобы не витала мелкая взвесь по комнате, нужно использовать пароизоляционный материал перед тем как зашивать каркас с наполнителем. Пароизоляционный материал будет препятствовать попаданию влаги в минвату тем самым не будут нарушаться её заявленные характеристики в процессе эксплуатации. Осторожно выполнять монтаж установочных коробок под розетки и выключатели не нарушая целостность материала изоляции минваты.

Заключение

Проводя исследования и расчёты выбранных технологий возведения перегородочных стен, учитывая их характеристики и трудозатраты на возведение, а также минусы и плюсы, выбор пал на уже годами использованную технологию возведения перегородок из металлического каркаса обшитого гипсокартонном с минераловатным наполнителем, который выполняет роль шумоизоляции, и защитного пароизоляционного материала. Возводя перегородки по этой технологии не требуется специализированное оборудование для приготовления пенобетона и закладки его в стены как в ЛСТК+пенобетон. Выбранные перегородки имеют самый малый вес по сравнению с выше описанными, и это существенная экономия на стоимости фундамента и несущих конструкциях.

Библиографический список

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85.

2. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81.

3. Федеральный закон №384-ФЗ. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.

4. Рыбаков В. А. Основы строительной механики легких стальных тонкостенных конструкций: учеб. пособие / В. А. Рыбаков. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 207 с.

5. Корнилов, Т.А., Герасимов Г.Н. О некоторых ошибках проектирования и строительства малоэтажных домов из легких стальных тонкостенных конструкций в условиях крайнего // Промышленное и гражданское строительство. - 2015 - № 3 - С. 41-45.

6. Зинкевич О.Г. Рациональное проектирование конструкций каркаса здания из ЛСТК с учетом их взаимодействия с обшивкой. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 8 (23). 2014. - С. 93-115.

7. Ананина М.В. Влияние коррозии на лёгкие стальные тонкостенные конструкции//Инженерно-строительный журнал.2014.№7(22).С.55

8. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменением N1).

УДК 692.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОПАЛУБКИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО БЕТОНИРОВАНИЮ ПЕРЕКРЫТИЙ

Денисов В.О.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail:iprosto42@gmail.com*

В статье производится сравнение двух вариантов по выполнению работ на устройство монолитных перекрытий с применением двух типов опалубки фирм «ГАММА» и «PERI». Сравнение производят на основе сопоставления технико-экономических показателей предлагаемых решений. Составление вариантов решения технических задач выполняется по разделу технологии возведения зданий.

Ключевые слова: опалубка, бетонирование, монолитное перекрытие, технико-экономические показатели, высотное здание.

Для выполнения работ по бетонированию монолитных перекрытий высотного дома сравнивались два варианта опалубки.

1 вариант – выполнение работ по бетонированию перекрытий с применением балочной опалубки перекрытий «ГАММА» (рисунок 1).



Рисунок 1 - Бетонирование перекрытий с применением балочной опалубки перекрытий «ГАММА»

2 вариант – выполнение работ по бетонированию перекрытий с применением балочной опалубки перекрытий «PERIMultiflex» (смотреть рисунок 2).

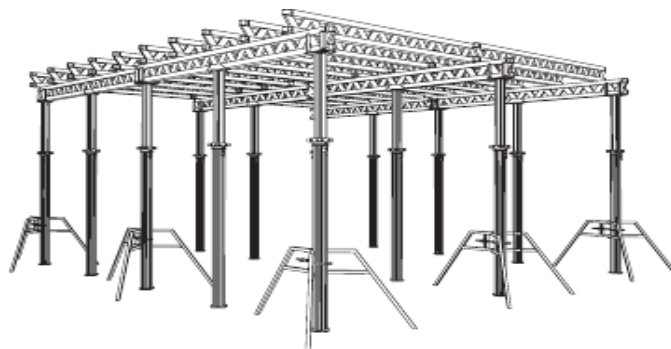


Рисунок 2 - Бетонирование перекрытий с применением балочной опалубки перекрытий «PERIMultiflex»

Основными технико-экономическими показателями оценки проектируемых вариантов по технологии возведения являются:

- расход основных материалов;
- определение объемов бетонных работ;
- прямые затраты – стоимость строительных материалов, строительномонтажных работ и механизмов;
- трудоемкость осуществления бетонных и вспомогательных работ;
- определение приведенных затрат.

Подсчет объёмов работ, расход материалов, трудоёмкости основных работ приведен ниже.

Показатели расценок и стоимость приведены в локальных сметных расчётах. Все показатели взяты на примере бетонирования плиты перекрытия типового этажа.

Сравнительные характеристики на вспомогательные виды работ (подъём и транспортировка материалов и приспособлений; перестановка опалубки), также выполнены на бетонирование плиты перекрытия типового этажа.

Данные для расстановки стоек и раскладки балок опалубки перекрытия

Для плиты перекрытия толщиной 200 мм шаг второстепенных балок – 400 мм; минимальный пролёт второстепенной балки – 2360 мм; пролёт главной балки – 1410 мм. Площадь плиты перекрытия: 949,76 м² (смотреть рисунки 3, 4).

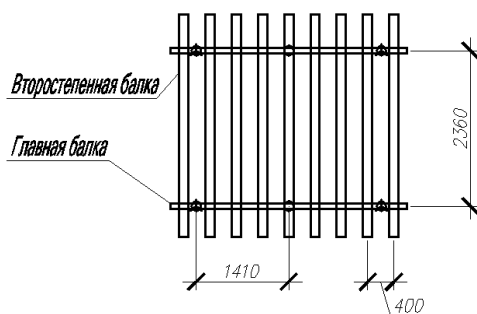


Рисунок 3 - Расстановка стоек и раскладка балок опалубки

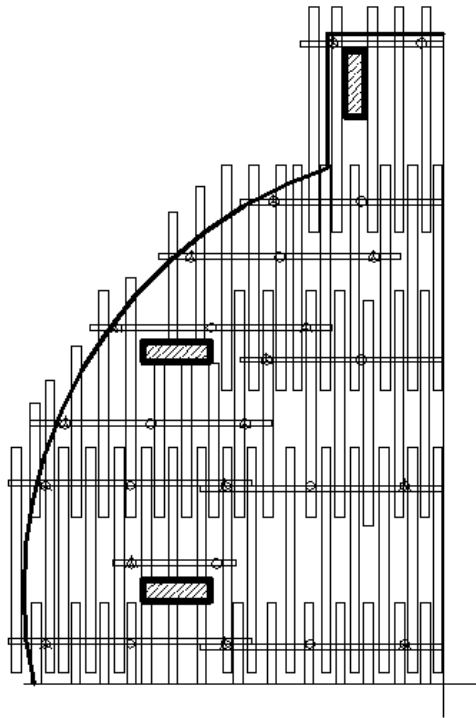


Рисунок 4 - Фрагмент схемы расстановки стоек и раскладки балок опалубки

Выбор наиболее экономичного варианта

Выбор наиболее экономичного варианта осуществляется по критерию минимума приведенных затрат. Приведенные затраты определяются по формуле:

$$П = C_c + E_n \cdot K, \text{ руб.},$$

Результаты расчетов сводятся в таблицу 1.

Таблица 1 - Техничко-экономические показатели

N п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Варианты	
			1	2
1	Сметная себестоимость	руб.	549856,0	487737,0
2	Трудоемкость	чел.- час.	854,05	1413,32
3	Продолжительность	час	70,08	87,6
4	Приведенные затраты	руб.	618384,88	547778,3

Вывод

Для данного случая принимается вариант первый (ГАММА), так как он предусматривает меньшие затраты труда, обеспечивает оптимальный темп ведения работ за меньшие сроки.

Библиографический список

1. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции/Госстрой СССР – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 96с.
2. Шерешевский И. А., Конструирование гражданских зданий. Изд. Архитектура-С, М., 2005.

3. СП 20.1330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция. 2011.

4. СНиП 1.04.03-85* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений». Нормы проектирования. Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстрой СССР, 1991. – 555 с.

УДК 621.65

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Чернышев Е.А.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Башкова М.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В работе рассмотрены достоинства и недостатки центробежных насосов, методы повышения эффективности их использования.

Ключевые слова: центробежные насосы, узел уплотнения, повышение эффективности.

Существуют различные типы насосов для перекачивания жидкостей. Основные из них представляют собой следующие разновидности устройств:

- Центробежные. Конструкция насоса представляет собой корпус, изготовленный в форме улитки, внутри которого расположено рабочее колесо с лопастями, вращающими перекачиваемую жидкость, тем самым создавая избыточное давление внутри него;

- Поршневые. Такие насосы работают по принципу прямого вытеснения жидкости из цилиндрической камеры, приводится в действие путём механического привода;

- Мембранные. Внутри корпуса насоса располагается мембрана, обеспечивающая поступление и обратное движение перекачиваемой жидкости, тем самым создавая изменение объёма камеры.

По способу установки различают поверхностные и погружные насосы. Погружные насосы устанавливаются непосредственно в источник жидкости, в то время как поверхностные могут устанавливаться только вблизи них и не предназначены для погружения в перекачиваемую жидкость

Центробежные насосы являются наиболее популярной разновидностью насосов, применяемых во многих сферах промышленного, городского, сельского хозяйства. Это обусловлено их высокой степени надёжности и эффективности при относительно простой конструкции.

Достоинств данного типа насосов очень много. К ним можно отнести следующее:

– Простота конструкции, следствием чего является сравнительная

дешевизна данного оборудования;

- Надёжность в эксплуатации;
- Возможность применения автоматизированной системы управления;
- При установке нескольких центробежных насосов на один трубопровод, напор и подача воды значительно увеличивается.

- Как и любое оборудование, центробежные насосы имеют и свои недостатки:

- Необходимо перед каждым запуском заполнять корпус насоса (улитку) и всасывающий трубопровод перекачиваемой жидкостью. Без этого запуск агрегата в работу невозможен, из-за воздушного зазора;

- Происходит быстрый износ основных узлов насоса при его завоздушивании – подшипников, сальниковых набивок и других комплектующих.

Основной способ избежать попадания воздуха в корпус насоса при его работе – повышение герметичности всасывающего трубопровода и запорной арматуры, которая на нём установлена. Это обеспечит стабильную работу оборудования и исключит преждевременный износ деталей.

В процессе эксплуатации центробежного насоса чаще всего повреждаются следующие его детали: вал, рабочее колесо, сальниковое уплотнение. Узел уплотнения (сальники) является наиболее значительным узлом насосного агрегата. При его неисправности невозможна эксплуатация оборудования. Один из вариантов снижения износа этого узла, и следовательно повышения эффективности использования насоса – применение вместо стандартного сальникового уплотнения другую конструкцию. Это манжетное уплотнение, которое представляет собой пакет фигурных колец и торцевые уплотнения, состоящие из вращающихся и невращающихся жёстких частей.

Вывод. Замена сальникового уплотнения центробежного насоса на манжетное позволит повысить эффективность его использования, так как при этом снизится скорость его износа.

Библиографический список

1. Решетник У.Е., Сариллов М.Ю. Повышение эффективности ремонтных работ центробежных насосов. - В сборнике: молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 159-162.

2. Какие бывают типы водяных центробежных насосов. Электронный ресурс: <https://nasoskm.ru/centrobezhnie-nasosi/tipi-vodyanih-sentrobeznihnasosov> (дата обращения 27.05.2022).

3. Центробежные насосы. Электронный ресурс: <https://beton-area.com/centroegnie-nasosi.html> (дата обращения 27.05.2022).

4. Виды насосов: типы, классификация, назначение принцип действия. Электронный ресурс: <https://www.cnp-center.ru/articles/tekhnicheskie-kharakter>

istiki/vidy-nasosov-osobennosti-raboty-primenenie-plyusy-i-minusy/ (дата обращения 29.09.2022).

УДК 719

СОХРАНЕНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Голенкова Е.А.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: elizaveta.golenkova@yandex.ru*

В статье рассмотрены проблемы и методы сохранения исторической среды города, а также выявлены направления сохранения и восстановления городской среды. Определено значение участия населения в оценке и сохранении архитектурного наследия.

Ключевые слова: культурное наследие, архитектура, сохранение ОКН.

Во всем мире, а в основном в экономически развитых странах, объекты архитектурно-культурного наследия подвержены тщательному сохранению и восстановлению, являются историей каждого народа и его духовности. Это не только требует больших финансовых затрат, но и вызывает социальные конфликты, потому что объекты культурного наследия создают трудности для нового строительства, потому что архитектурные памятники должны быть сохранены в их историческом контексте, будь то огромный строительный комплекс или отдельный объект. Разные группы населения по-разному ценят памятники прошлого, снос зданий вызывает общественные волнения и недовольства. Это связано с тем, что защита окружающей среды и защита культурного наследия - явление довольно новое. В современном мире защита культурного наследия становится одним из главных приоритетов социально-экономического улучшения почти всех городов планеты [1].

Архитектор, при проектировании исторической застройки города, должен соблюдать два важных принципа:

1. Окружающая среда исторической среды и историческая целостность зданий должны быть сохранены.

2. Древняя и современная застройки города должны сочетаться.

Кандидатом архитектуры И.М. Алексеевым были выдвинуты несколько аргументов, касающихся сохранения архитектурных традиций. Среди них:

- окружающая среда преобразовывается за счет модификации;
- следует составлять методы проектирования относительно характера исторической среды;

- если историческая застройка утрачена, необходимо восстановить ее, реконструировав уже существующую или же построить новую с сохранением исторического пространства;

- вся историческая застройка должна соответствовать стилю главного объекта;

- сохранение архитектурных памятников помогает укрепить любовь к родной стране и сохранить ее историю.

Все это помогает сохранить не только исторические объекты архитектуры, но и городскую застройку. Также использование этих принципов способствует архитектурным объектам адаптироваться в современных условиях [2].

Около 140 тысяч архитектурных объектов признаны уникальными, и это только на территории России. Большая часть памятников архитектуры находится в Москве и Санкт-Петербурге и только 15% находится в хорошем состоянии.

Существует несколько способов сохранения объектов архитектуры. Самые распространенные из них:

- Консервация - защита здания от внешних природных факторов, например, от водной эрозии и действий людей, которые могут повредить здание [3];

- Реставрация - позволяет восстановить оригинальные здания, памятники архитектуры, исторические жилые дома и промышленные постройки, которые со временем обветшали. В процессе реставрации, помимо восстановления структурной целостности несущих элементов, необходимо точно реконструировать исходную внешнюю и внутреннюю отделку, в том числе отделку внешних стен и декоративных элементов [4];

- Адаптивная реставрация - защита здания и его объектов с добавлением любых необходимых деталей - например, для создания без барьерной среды [3];

- Реконструкция - особенно масштабный способ восстановления утраченного культурного наследия, промышленных зданий и сооружений. Обычно внешний вид разрушенных до основания объектов воссоздается по архивным фотографиям, картинам художника или высказываниям из книг и воспоминаний современников [4].

В 2021 году проходил фестиваль «Архитектурное наследие», на котором обсуждались проблемы сохранения архитектурного наследия в современном мире. Одним из выступающих была Ирина Крымова, являющаяся преподавателем кафедры «Архитектурная реконструкция», выдвинувшая несколько главных проблем по сохранению:

1. Основным принципом реставрации являлся снос зданий, пострадавших во время Великой Отечественной войны, которые имели не малое историческое значение. Такие действия привели к утрате архитектурных произведений и исторической памяти.

2. На сегодняшний момент развитие города и строительство нового стало важнее сохранения исторической застройки. Мероприятия, проводимые для сохранения культурного наследия стали менее важны, чем развитие и преобразование новой застройки.

3. Сохранение исторической среды невозможно без сохранения исто-

рически важных элементов отдельного объекта. Для каждого объекта или целой застройки должны быть созданы и утверждены проработанные проекты восстановления.

4. Неясность термина «регенерация» требует использования демонстрационной программы, имитирующей историческую композицию фасада [5].

Невзирая на то, что культурное достояние Российской Федерации сегодня активно вовлекается в мировое культурное пространство, полноправной частью мирового наследия оно будет тогда, когда русское сообщество осознает надобность сохранения своего национального достояния и в стране будет действенное охранное законодательство [6].

Библиографический список

1. Строительство уникальных зданий и сооружений. [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2017/4\(55\)/6_dyatchina_55.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2017/4(55)/6_dyatchina_55.pdf).

2. Проблема сохранения историко-архитектурного наследия центра города Ялты. <file:///C:/Users/admin/Downloads/problema-sohraneniya-istoriko-arhitekturnogo-naslediya-tsentra-goroda-yalty.pdf>.

3. Журнал «Такие дела». <https://takiedela.ru/news/2021/09/10/sokhranit-nasledie/>.

4. Sica Россия. Реконструкция памятников архитектуры, жилых и промышленных зданий. <https://rus.sika.com/ru/media/articles/rekonstruktsiya-pamyatnikov-arkhitektury-zhilykh-i-promyshlennykh-zdaniy.html>.

5. ARCHI.ru. Пять главных больных тем охраны наследия. <https://archi.ru/russia/93640/pyat-glavnykh-bolnykh-tem-okhrany-naslediya>

6. Сохранение архитектурных памятников в мегаполисе. <https://core.ac.uk/download/pdf/197413769.pdf>.

УДК 699.841

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА В СЕЙСМООПАСНЫХ РАЙОНАХ

Данилова А.А.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: reyven2000@mail.ru*

В статье рассматриваются опасные воздействия землетрясений, указываются наиболее подверженные этим природным бедствиям районы мира и конкретно Российской Федерации. Также описываются различные методы защиты зданий и сооружений от разрушительных воздействий подземных толчков.

Ключевые слова: землетрясение, сейсмически опасные районы, сей-

смосащита, сейсмостойкость.

Землетрясения – опасное природное явление, которое возникает из-за движения плит в земной коре, что вызывает толчки и тряску на поверхности. Место в недрах Земли, в котором начинаются сейсмические волны, называется гипоцентром, а точно над ним на поверхности – эпицентром.

Для оценки интенсивности землетрясения существует 12-ти бальная шкала. Так, подземные толчки в 1-4 балла считают слабыми, в 5-7 баллов – сильными, а землетрясения силой в 8 и более баллов – разрушительными.

Главная опасность землетрясений в их непредсказуемости и разрушительности. Продолжительные подземные толчки – настоящие испытания для зданий и сооружений. Сначала появляется просто тряска, но после 10-20 секунд толчки усиливаются, раскачивая уже не только мебель, но и само здание. Не выдерживая напряжения разлетаются стекла, со шкафов и полок падают вещи, люстры раскачиваются, а стены начинают идти трещинами. Само землетрясение обычно не длится долго, но оставляет за собой тяжелые последствия.

До сих пор нет точного метода, чтобы сказать, когда и где ударит стихия. Мы можем лишь знать примерные места, более подверженные подземным толчкам. И защищать их. На сегодняшний день самыми опасными районами, подверженными землетрясениям, являются Индонезия, Япония, Западное побережье Северной и Южной Америки. В России также есть свои сейсмически опасные районы. Это, например, Курилы, Камчатка, Кавказ, Алтай, Саяны, Сахалин. В перечисленных выше районах землетрясения достигают силы в 9-12 баллов, что требует особых методов строительства и защиты зданий.

Надежность сооружений зависит от нескольких факторов, среди которых не только сила и интенсивность подземных толчков, но и свойства грунтов и параметры самого сооружения. Так, самым благоприятным считается скальный грунт. А вот строительство в районах с нарушенными породами, просадочными грунтами или осыпями становится более трудо- и экономически-затратным.

На сегодняшний день существует много способов обеспечения сейсмоизоляции сооружений. Каждый из них призван защищать здания от опасного воздействия землетрясений. Рассмотрим подробнее некоторые из них.

Люди с давних времен стремились защититься от разрушающего воздействия землетрясений. Так, они подкладывали мягкие прокладки по уровню фундамента, а некоторые здания в Средней Азии вообще строили на песчаных или глиняных подушках. Однако эти методы были очень недолговечны, и человечество продолжало поиски.

Одно из решений заключалось в использовании стали. Ведь известно, что сталь прочнее бетона в несколько раз. Поэтому, чтобы обеспечить защиту самой конструкции, используют стальные каркасы. Они спасают здания от разрушения, но всё же совершенно не блокируют воздействие самого

землетрясения. Более целесообразны технологии, позволяющие строениям быть недоступными для подземных толчков, либо же максимально рассеивать опасную энергию.

Так, появился метод амортизации ударов. На каждом этаже здания устанавливаются особые гасители колебаний, которые во время землетрясения превращают механическую энергию от толчков в тепло.

Другой метод, носящий название «инерционный демпфер», предполагает подвешивать на вершине строения большой массивный предмет. Этот метод актуален для небоскребов и создает что-то вроде маятника. Во время землетрясения маятник начинает двигаться, заставляя здание раскачиваться в обратном от землетрясения направлении, тем самым рассеивая энергию. Устройство демпфера представлено на рисунке 1.

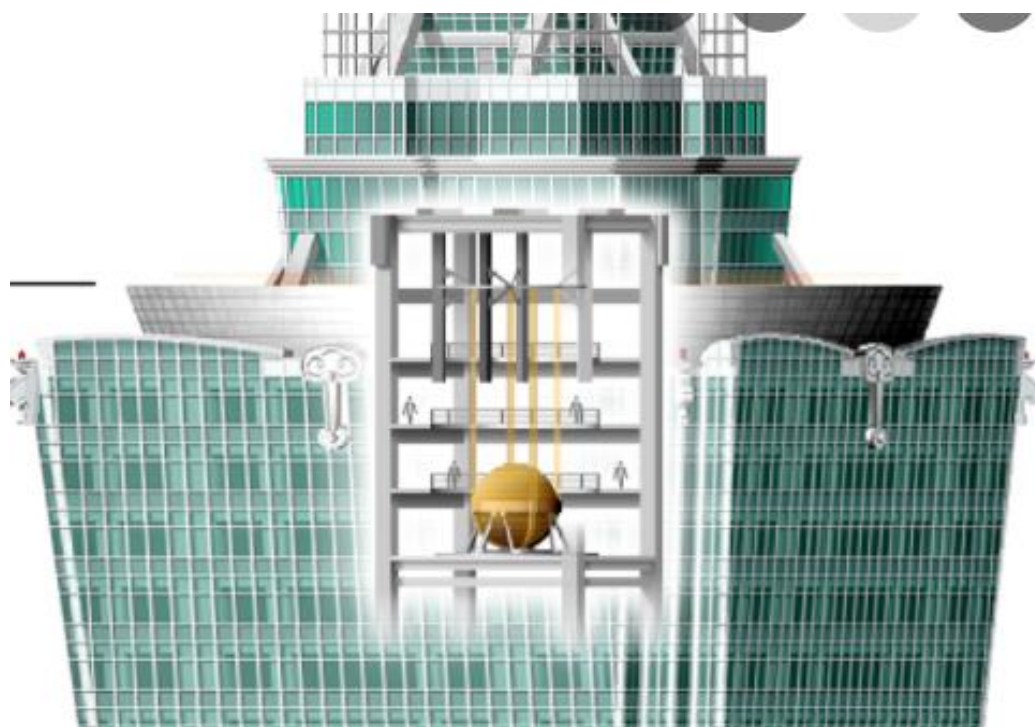
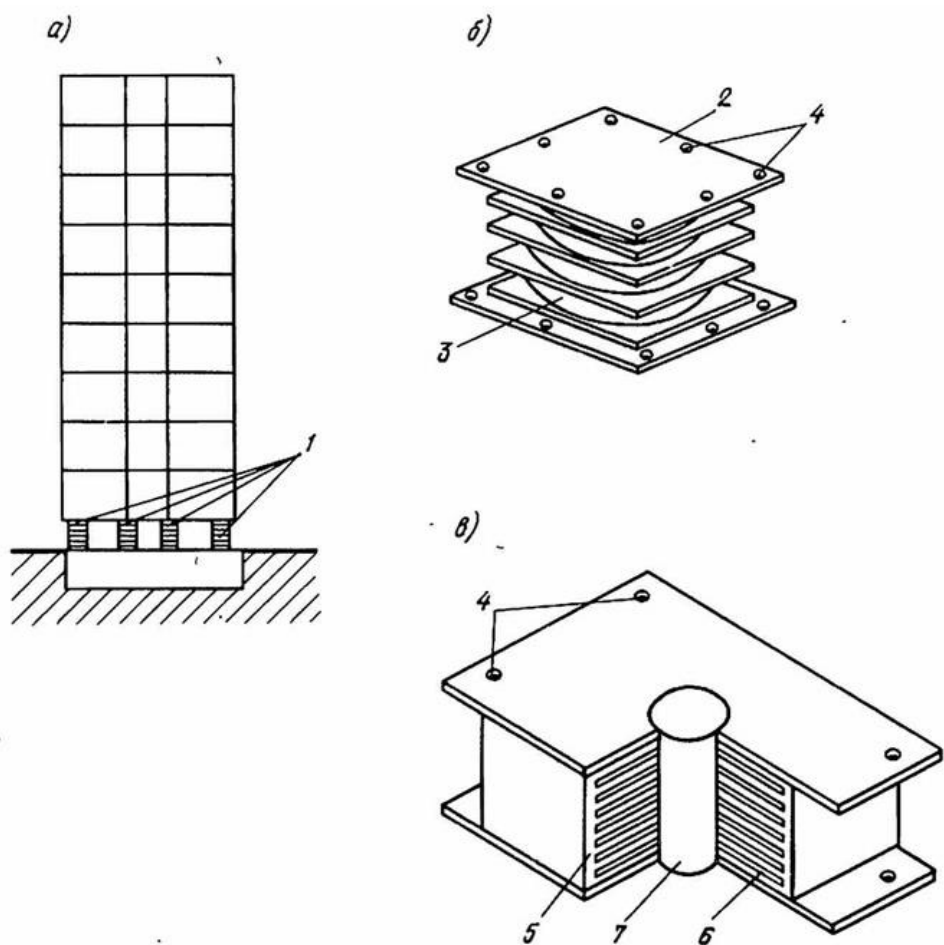


Рисунок 1 – Инерционный демпфер

Очень часто можно увидеть конусовидные и пирамидальные сооружения. И это тоже не просто красивое архитектурное решение. Такие формы гораздо лучше противостоят землетрясениям, а потому их активно используют в строительстве.

Ещё один метод основывается на изоляции фундамента. Здание стараются приподнять над площадкой. Фундамент и соединяющие конструкции поглощают большую силу толчков, а до самого сооружения они доходят уже ослабленными. Это один из самых действенных способов сохранения зданий. Подобный эффект достигают различными способами. Например, используют пружинные демпферы, фрикционно-маятниковые или свинцово-резиновые опоры, представленные на рисунке 2, а также воздушные подушки. Всё это позволяет спасти не только здания и сооружения, но и жизни людей.



а – схема установки опоры; б – схема конструкции опоры GARPES; в – схема конструкции опоры, разработанной в Новой Зеландии; 1 – опора; 2 – стальная плита; 3 – слой неопрена; 4 – отверстия для анкерных болтов; 5 – резина; 6 – сталь; 7 – свинец

Рисунок 2 – Свинцово-резиновые опоры

Библиографический список

1. Клаф Р., Пензиен Дж. Динамика сооружений. – М.: Стройиздат, 1979г.
2. Гордеев В.Н. и др. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007г.
3. Корчинский И.Л. и др. Сейсмостойкое строительство зданий. — Высшая школа, 1971г.
4. Самсониов В.О., Матвеев А.А. Видение проблем при проектировании зданий и сооружений в сейсмических районах. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19–21 мая 2020 г. Выпуск 24. Часть V. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 2020. – 329 с.: ил. – С. 53 – 57.

СТРОИТЕЛЬСТВО В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Кокошко С.Д.

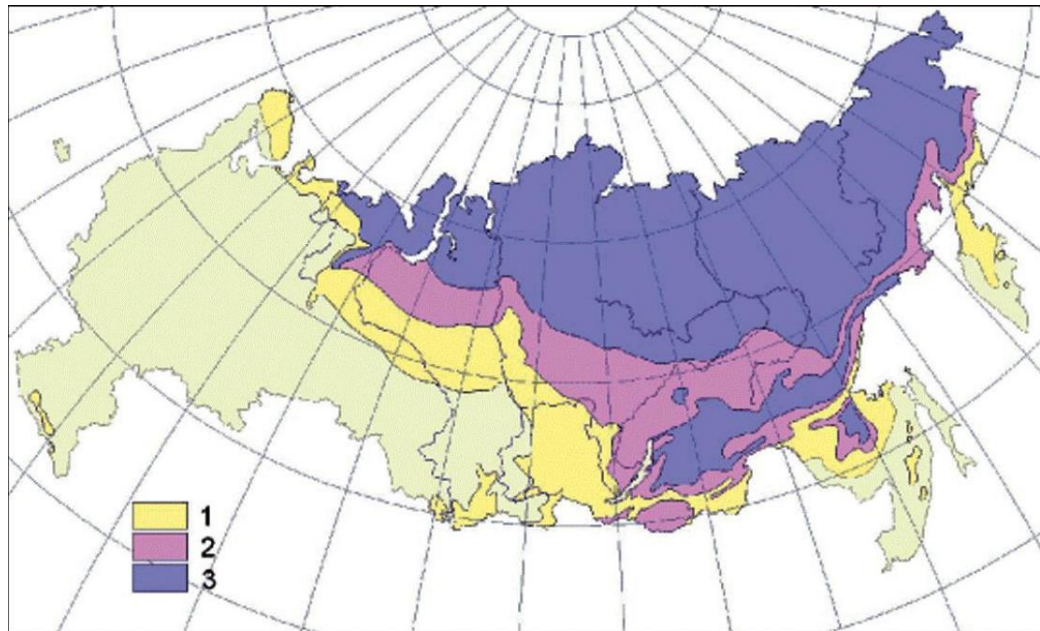
Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, t-mail: 77sindy77@gmail.com*

В статье рассматриваются методы строительства и конструктивные мероприятия на территории с продолжительным зимним периодом и низкими зимними температурами в сочетании с частыми сильными ветрами и снежными заносами, для которых характерны повышенная влажность на побережьях морей и океанов, малая естественная освещенность в холодные периоды, вечномерзлое состояние грунтов, почти полное отсутствие растительности.

Ключевые слова: тепловая защита, методы строительства, вечномерзлые грунты.

Вечномерзлыми называются грунты, сохраняющие в природных условиях постоянную отрицательную или нулевую температуру многие сотни и даже тысячи лет. Такие грунты занимают до 26 % площади земной суши и составляют около 67 % территории России (рисунок 1).



1 – островное; 2 – прерывистое; 3 – сплошное

Рисунок 1 – Распределение пород многолетней мерзлоты по территории РФ

Деятельный слой, это слой грунта, который располагается над вечномерзлыми пластами, подвергаются сезонному оттаиванию и замерзанию. Мощность деятельного слоя весьма различна и в зависимости от геологиче-

ских условий колеблется в пределах от 0,5 до 4 м и более. Учитывая грунтовые особенности этих районов, первостепенное значение в них приобретает правильный выбор площадок строительства на основе всестороннего геологического и гидрогеологического исследования грунтовых условий. Наиболее благоприятными являются площадки с сухими непучинистыми грунтами (скальными, гравийно-песчаными и т. п.), не подверженные образованию наледей и провалов.

Методы строительства и конструктивные мероприятия:

1. Низкие зимние температуры и сильные ветры учитываются при разработке конструкции, состава и толщины ограждающих конструкций зданий в соответствии с требованиями тепловой защиты. Обеспечивается воздухо-непроницаемость стен, дверей, окон; остекление принимается тройное.

Входы в жилые и общественные здания оборудуются двойным тамбуром, по возможности с поворотом по направлению движения.

2. Здания строятся простые в плане, избегая мест, способствующих накоплению снежных заносов. Следует избегать крыш сложного профиля, дабы исключить образование снежных мешков, значительно увеличивающих снеговые нагрузки.

На фасадах не рекомендуется устройство карнизов, поясков, ниш и выступов. Устройство лоджий, как правило, не допускается, а в районах с наиболее низкими температурами не допускается и устройство балконов.

3. Здания и сооружения располагают рядом методов, в районах вечной мерзлоты, в зависимости от гидрогеологических, геологических, а также климатических условий. В пределах одного здания или сооружения применение различных методов для отдельных его частей не допускается даже при наличии осадочных швов.

Метод I – возведение зданий обычными способами. Он применяется при надежных основаниях, слагаемых скальными и полускальными породами, не имеющих значительных трещин, заполненных льдом или мерзлым грунтом, т.е. в тех случаях, когда вечная мерзлота не имеет практического значения. Если основание взято, с учетом глубины залегания менее трех метров, следует прокладывать ленточный фундамент. При глубине залегания от трех до четырех метров принимаются столбчатые или свайные фундаменты (железобетон), при глубине более четырех метров свайные с заглублением свай.

Метод II – сохранение грунтов основания в вечномерзлом состоянии. Этот метод получил широкое применение при строительстве на просадочных и других слабых льдонасыщенных грунтах мощностью не менее 15 м с устойчивым температурным режимом. Возведение фундаментов в этих случаях ведется при отрицательных температурах наружного воздуха. При строительстве отапливаемых зданий осуществляется надежная защита основания от тепловых потоков устройством круглогодично проветриваемого (холодного) подполья высотой в зависимости от ширины здания в пределах от 0,5 до 1 м и более. Поверхность грунта в подполье покрывается слоем термоизоляционного материала (шлак, торф, мох и др.). На летнее время го-

да теплоизоляция осуществляется и снаружи по периметру здания шириной не менее 1 м с устройством по ней дощатого тротуара по лагам. На первом этаже устанавливается продухи, которые позволяют решить проблему проникновения воздуха, зависимо от времени года, с целью проветривания пространства, где размещаются коммуникации. Размеры их устанавливаются теплотехническим расчетом. В отдельных случаях в зданиях с большими тепловыделениями охлаждение воздуха в подполье осуществляется при помощи вентиляторов с подачей охлажденного воздуха. Перекрытие над подпольем выполняется с надлежащей теплоизоляцией. Для обеспечения лучшей теплоизоляции здания строятся без цокольной части с подъемом первого этажа над поверхностью земли (рисунок 2).



Рисунок 2 – Решение кровли

При строительстве неотапливаемых зданий сохранение вечномерзлого грунта в основании обеспечивается лишь устройством снаружи по периметру здания теплоизоляции на летний период времени. Фундаменты зданий, осуществляемых методом II, рекомендуется принимать столбчатыми или свайными. Для фундаментов применяются в основном железобетонные сваи, погружаемые в предварительно пробуренные скважины. Перед установкой свай часть скважины заливается глиняным раствором, который заполняет зазор между стенкой и установленной свайей, обеспечивая надежное смерзание последней с грунтом.

Метод III - заключается в допущении оттаивания грунта в основании. Он применяется при строительстве на грунтах, не подвергающихся большой осадке при оттаивании. Для обеспечения медленного и равномерного оттаивания грунта в основании осуществляют следующие мероприятия: – при непучинистых грунтах деятельного слоя глубина заложения фундаментов принимается минимальной (но не менее конструктивной); – при пучинистых грунтах деятельного слоя их заменяют в зоне фундамента непучинистыми грунтами.

Метод IV – предпостроечное оттаивание и уплотнение грунтов в основании. Этот метод применим лишь для зданий с тепловым режимом, не допускающим в процессе эксплуатации восстановления мерзлого состояния оттаявших грунтов. Оттаивание вечномерзлых грунтов осуществляется при помощи пара, нагретой воды, электропрогрева, фильтрационно-дренажного способа, а также при помощи солнечного тепла в летнее время.

Кроме того, необходимо повышение конструктивной жесткости зданий и сооружений, обеспечивающей меньшую их чувствительность к неравномерным осадкам. Это достигается армированием кладки стен в углах и пересечениях, усилением скрепления перекрытий со стенами при помощи анкерных болтов, устройством при необходимости непрерывных железобетонных поясов по всей толщине наружных и внутренних стен, замоноличиванием с ними перекрытий и ряд других конструктивных мероприятий, предусматриваемых техническими условиями в зависимости от конструктивной схемы и размеров здания, его теплового режима и других факторов.

Библиографический список

1. Осипов Ю.К. Архитектурно-типологические основы проектирования жилых зданий : учеб. пособие / Ю.К. Осипов, О.В. Матехина ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк, Изд. центр СибГИУ, 2013. – 253 с.
2. Осипов Ю.К. Архитектурно-строительные конструкции и детали жилых зданий : учеб. пособие / Ю.К. Осипов, О.В. Матехина, А.П. Семин ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2014. – 406 с.
3. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Учебник для вузов. В 5 т. Т. 2. Основы проектирования. Л.Б. Великовский и др.; Под общ. ред. В.М. Предтеченского. – М.: Стройиздат, 1976 – 214 с.
4. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Актуализ. ред. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». – НИИСФ РААСН, 01.07. 2013 г.

СОВРЕМЕННОЕ МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Красилова А.К.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: styura.krasilova@yandex.ru*

В статье рассматриваются решения проектирования и использования новых технологий строительства малоэтажных сооружений для улучшения прочностных и теплотехнических характеристик конструкций, уменьшения стоимости строительства индивидуальных жилых домов и повышение уровня комфорта.

Ключевые слова: современное строительство, инновационные технологии, малоэтажное здание, инфраструктура, каркасная система.

Инновационные технологии и современные местные строительные материалы пока не получили широкого распространения в малоэтажном строительстве в России. Это свидетельствует о том, что потребительский спрос на первичном рынке недвижимости по-прежнему обеспечивается традиционными стандартами качества строительства. Из литературных источников и анализа установлено, что использование традиционных кирпично-деревянных конструкций, бетонных блоков и других конструкций не может гарантировать эффективность строительства. Традиционные конструкции требуют изоляционных мероприятий, которые приводят к утяжелению конструкций. Использование многослойных конструкций с утеплителем не оправдано их хрупкостью.

В последние годы резко увеличился спрос на строительство малоэтажных зданий. Большая часть инноваций – это производство строительных материалов. По-прежнему актуальны технические вопросы приготовления бетонных смесей, а разработка технологий строительства жилых домов, снижающих затраты и повышающих теплоизоляцию за счет нетрадиционных многослойных кирпично-бетонных конструкций, пока не решена. При совершенствовании проектных решений широко применяется технология монолитного строительства, позволяющая решать различные композиционные задачи здания с использованием различных сочетаний традиционных материалов с легким и высокоэффективным утеплителем. Для уменьшения стоимости строительных конструкций прибегают к использованию местных строительных материалов и улучшению физико-механических свойств сырья. При изготовлении бетона применяются разнообразные наполнители. Ячеистый бетон показал свою высокую эффективность, но из-за технологии производства использование ячеистого бетона ограничено, поскольку он производится на заводах и это лимитирует его использование в малоэтажной

застройке. Не стоит забывать о пенобетоне заводского изготовления. Пенобетон широко применяется в малоэтажных домах.

Технология строительства малоэтажного дома с учетом различных вариантов планировочных схем. Особенный интерес представляют технологические процессы постройки блочных зданий (таунхаусов), коттеджей и других малоэтажных домов. В основе технологии лежат новые конструктивные решения и механизированные инструменты, обеспечивающие сокращение сроков строительства и материалоемкости при возведении малоэтажных домов. Например, переход от ленточного фундамента к фундаментной плите сокращает срок строительства фундамента в 2,5-3,0 раза.

За счет более рационального использования новых материалов и технологий снизилась стоимость земли, а также комплексной застройки зданий для строительства инфраструктуры – все это способствует повышению интереса к малоэтажным домам и увеличению их объемов. Благодаря применению передовых технологий жилой среды, организации и малоэтажной застройки такие методы строительства обладают высокой экономичностью, а здания отличаются экологичностью и комфортом.

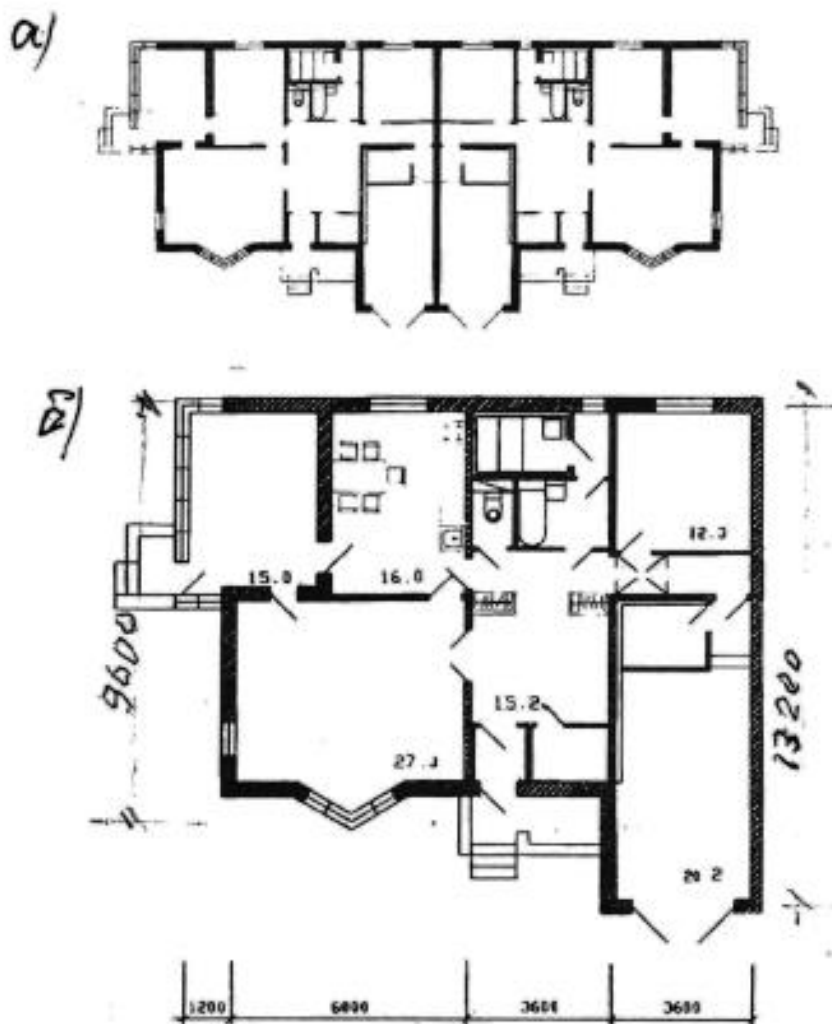
Новая технологическая эра и методология строительства основаны на использовании принципиально новых материалов, технических средств и возможностей управления ими, что приводит к сокращению продолжительности строительства и энергоемкости, а также повышению надежности и безопасности эксплуатации здания и защите окружающей среды.

Среди различных построек наиболее интересны таунхаусы, спрос на которые с каждым годом растет. Комфортность проживания в них зависит не только от окружающей среды, но и от новых архитектурных и планировочных решений. По применяемым несущим и закрытым конструкционным материалам схемы каркасной и стеновой конструкции используются совместно с применением кирпича, сборных и монолитных конструкций, а также энергосберегающих закрытых материалов. Дома, высотой два или три этажа, обладают отдельным входом, террасой либо лоджией и оборудованы единичной системой отопления, а также небольшим садовым участком.

Наличие компактной инфраструктуры обеспечивает комфортные условия для проживания и развлечений. В большинстве случаев таунхаусы размещают на окраинах населенных пунктов, около лесных массивов, речек, озер, водоемов, а также в районах, расположенных на большом расстоянии от центра города. Стеновая система учитывает применение ленточных оснований домов, несущих кирпичных стен, а также монолитных безбалочных перекрытий. При этом заполнение делают из небольших кусков энергосберегающих материалов. В 1940-х - конце 1950-х годов в нашей стране использовалось такое решение. На рисунке 1 представлена схема и планировочное решение двухквартирного дома.

При соблюдении общей технической последовательности фундамент здания выполняется в виде монолитных панелей. Работа по устройству фундаментной плиты включает в себя срезку плодородного слоя почвы, а затем

разработку котлована до проектной отметки, а также выполнение подготовки из бетона, гидроизоляции, армирования, укладку и уплотнение бетонной смеси. Бетонный состав поступает согласно схеме «кран-ковш», что существенно уменьшает трудозатратность процесса. После набора прочности бетона 30-40% приступают к кирпичной стене и последующим работам согласно графику работ.



а) план первого этажа; б) план четырехкомнатной квартиры

Рисунок 1 – Двухквартирный жилой блокированный дом

Решение эркера с использованием просвечивающего материала прямоугольной формы необходимо рассматривать в нужной степени необходимой технологией. Это обеспечивается благодаря результату применения сохраняющих энергию стеклопакетов. Это решение все чаще применяется при возведении блочных и многоэтажных домов. Основная задача повышения тепловых характеристик закрытой конструкции - переход на газосиликатный блок автоклавной заделки. Твердение газобетонного блока происходит в автоклаве, процесс полностью подвержен контролю. Специфика производства дает возможность извлекать материалы с установленными признаками, подобными насыщенности, прочности на сжатие, морозоустойчивости, тепло-

проводности, усадке при сушке, паропроницаемости.

Пенобетон был изобретен архитектором Эриксоном в конце 1930-х годов. Элементарная методика извлечения газосиликатов базируется на введении газообразующего элемента в варианте алюминиевого порошка либо алюминиевой пасты к сырьевой консистенции из песка, извести и воды.

Автоклавный затвердевший силикатный ячеистый бетон соответствует главным прогрессивным условиям экологичности, пожарной безопасности, а также высокой прочности. В зависимости от энергоемкости производства он в полтора-два раза экономичнее цементных заменителей и изготавливается из местного сырья (извести и песка).

Благодаря технической эффективности блока закрытые дома с газосиликатными стенами активно возводятся в Москве, Воронеже, Липецке и других областях и регионах. Привлекательность здания, снижение энергопотребления и повышение звукоизоляции создают условия для комфортного проживания жителей.

Виллы из кирпича все еще широко применяются в массовом строительстве, несмотря на то, что данная методика устарела, если проанализируем производительность труда к соответствию цены и конструктивным особенностям материала. Одно из главных преимуществ кирпичных построек - их долговечность. Преимущества кирпичной стены - прочность и огнестойкость, а конструкция не подвержена гниению.

При возведении одноэтажных или двухэтажных зданий иногда применяется легкая кладка. По сравнению с монолитной кладкой легкий вес позволяет снизить расход кирпича в 1,5-2 раза и заложить менее мощный фундамент, но он не очень прочен и применяется для возведения стен без больших нагрузок. Распространенным типом легкой кладки является кладка «колодцев» с вертикальными и горизонтальными стенами толщиной в полкирпича. Футерованный колодец утепляют керамзитом, ячеистым бетоном, шлаком или другими эффективными изоляционными материалами.

Классический материал для постройки стен малоэтажных зданий - древесина. Деревянный дом может быть построен из круглого дерева, клееного профнастила или каркасной конструкции. Хижина из оцилиндрованного бревна прекрасно вписывается в природный ландшафт России, сочетая в себе традиционный, привычный облик дома и передовые технологии. Этот материал позволяет построить уютный дом со всеми современными удобствами.

Главное преимущество - дерево «дышит», то есть обеспечивает хороший воздухообмен и лучшую влажность в доме. К тому же у этого материала невысокая теплопроводность, поэтому стены деревянного дома дольше сохраняют тепло зимой и приятную прохладу летом. К минусам деревянных зданий относят невысокую огнеустойчивость, скоропортность и биологический распад. Инновационные технологические процессы и охранно-пожарные материалы дают возможность найти решение данного вопроса. Бревна обрабатываются специальными составами для повышения прочности, пожарной безопасности и качества эксплуатации.

Популярная за рубежом каркасно-картонная технология строительства одноэтажных домов постепенно выходит на рынок загородного строительства. Все каркасные дома отличаются высокими энергосберегающими характеристиками, небольшой массой, отсутствием усадки, и возможностью собрать здания в кратчайшие сроки.

В основе здания лежит каркас, представляющий собой прочную и жесткую каркасную конструкцию с вертикальными колоннами и горизонтальными связями. Снаружи он покрыт ультрадиффузионной пленкой, которая защищает конструкцию от давления ветра и влаги, а также пропускает влагу изнутри, сохраняя утеплитель и дерево постоянно в сухом состоянии. Поверх мембраны снаружи каркаса можно использовать любую влагостойкую плиту или плиту: OSB, CSB или ДВП. Затем укладывают плитный утеплитель между ребрами жесткости каркаса.

Усовершенствованной модификацией технологии каркасных панелей является конструкция каркасного панельного дома, в основе которой лежит принцип заводского изготовления готового дома для сборки теплоизоляционных сэндвич-панелей.

Главное различие деревянных зданий и каркасных домов - каркасная система не дает усадки. Жилье из готовых монтируемых компонентов промышленного изготовления гарантирует высокое качество, а принцип модульной установки дает возможность существенно уменьшить период постройки и трудовые затраты. Строительство согласно технологическому процессу каркасных панелей возможно в любой период года, так как все без исключения компоненты пропитаны предохранительными составами, поэтому погодные условия на них не оказывают никакого влияния.

Пока что популяризация каркасных панелей и развитие такой технологии строительства в России вполне оправдана. Срок строительства такого дома составляет всего три – четыре месяца, а цена одного квадратного метра составляет порядка 13-15 тысяч рублей. Это заставляет покупателей обратить внимание на этот вариант. Но по стандарту долговечность каркасно-панельных домов составляет всего 30 лет.

Библиографический список

1. Симченко О. Л. Обзор современных тенденций развития технологий малоэтажного строительства / Таврический научный обозреватель www.tavr.science, 2017 г.
2. Афанасьев А.А., Афанасьев Г.А. Современные технологии малоэтажного строительства /ООО «Строительное снабжение», 2018 г.
3. Журавлев П.А., Марукян А.М. Инженерная защита зданий, сооружений и территорий как фактор инновационного развития территориального планирования /Научная электронная библиотека eLIBRARY. – 2020 г.
4. Манжиева А.О., Бондарева О.В., Сангаджиев С.Б. Применение современных технологий и строительных материалов при малоэтажном строительстве / Научная электронная библиотека eLIBRARY. – 2021 г.

5. Баранова Н.В., Матвеев А.А. Проектирование индивидуального жилого дома. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017.– Вып. 21.– Ч. V. Технические науки.– 390 с., ил.–161, таб.–34. – С. 174 – 177.

6. Копытов И.В., Матвеев А.А. Особенности проектирования жилых мансардных домов с гаражом. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19–21 мая 2020 г. Выпуск 24. Часть V. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 2020. – 329 с.: ил. – С. 51 – 53.

УДК 7.017.9

ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ В АРХИТЕКТУРЕ

Понамарева М.А.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: Lexana9559@mail.ru*

В статье рассматриваются возможности применения новых способов зрительного восприятия в создании архитектурных объектов.

Ключевые слова: перспектива, оптика, оптическая иллюзия, архитектура, иллюзия восприятия, иллюзорные приемы, формирование пространства, визуальные приемы коррекции пространства.

Как известно, глаза несовершенны. Иногда мы видим не то, что происходит в действительности. Зачастую зрение может обманывать, и мы видим то, чего на самом деле не существует. Разъясняется такое зрительными иллюзиями – погрешностями визуального восприятия. Люди издавна учились их преодолевать и даже пользоваться.

Люди сейчас тысячи лет применяют целенаправленно визуальные иллюзии в архитектуре для создания обусловленных пространственных впечатлений, например, для кажущегося роста возвышенности и ширины залов.

Условно оптические иллюзии разделяют на несколько групп:

- обусловленные искажением восприятия размера, формы, расстояния, т.е. физической величины;
- связанные с адаптивными способностями нашего восприятия;
- иллюзии, возникающие в следствии тому, что наш мозг пропускает всю получаемую информацию через свой имеющийся опыт.

При помощи цвета можно создавать оптические иллюзии в архитекту-

ре и ландшафте:

- красный тон при ярком свете как бы выступает на передний план, надвигается, а в сумерках в качестве фона создает иллюзию глубины;

- белый влияет на расположенные рядом более темные цвета. Ведь светлые предметы на темном фоне кажутся значительно больше относительно черных на белом фоне;

- у желтого тона своя особенность - он как бы приподнимает пространство;

- голубой в дневное время суток отдаляет предметы, так что его используют преимущественно для зрительного увеличения площади.

Довольно часто люди с непривычки могут теряться, увидев такую «обманку зрения». Например, в комнате, рисунок 1, где спрятаны двери и окна, стены и пол выглядят весьма не стандартно - искривленные линии создают эффект объемности.



Рисунок 1– Land Art, худ. Питер Коглер

Одним из примеров иллюзии в архитектуре можно считать "летающий дом" Алекса Чиннека на рисунке 2, который располагается в Лондоне. Это здание создает иллюзию парения в воздухе за счет маленького ящика, расположенного справа от самого здания, который служит противовесом и держит несколько тонн сразу.



Рисунок 2– «Летающий» дом

Еще один из примеров зрительной иллюзии в архитектуре представляет дом таможенного контроля в Мельбурне, рисунок 3. Всякий ярус дома равной высоты, в прочем создается ощущение, словно они, то расширяются, то сужаются.



Рисунок 3– Дом таможенного контроля

Вдобавок архитекторами был выбран еще один упор колоннаде – размеренное уменьшение габаритов у нижних и высоких оснований. Это можно увидеть на главном храме Акрополя в Афинах – Парфеноне, рисунок 4. Данный прием разрешает визуально прибавлять возвышенность строения и организовывать при этом впечатление детально выверенной вертикали. В целом, само решение смотрится значительным по масштабам и выше, нежели это является на самом деле в действительности.



Рисунок 4– Парфенон - храм богини Афины

Библиографический список

1. Оптические иллюзии в архитектуре // Pandia.ru URL: <https://pandia.ru/text/80/386/84759.php> (дата обращения: 05.11.2021).

2. Калашникова О.Б., Горовенко Л.А. Использование оптических иллюзий в архитектуре и строительстве // Международный студенческий научный вестник. - 2016. - №5 (часть 3).

3. Зинкова О.Л., Матвеев А.А. Использование оптических иллюзий в архитектуре и строительстве. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Министерство науки и высшего образования РФ, Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. Н.А. Козырева. – Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2021. – Вып. 25. – Ч. V. Технические науки. – 456 с., ил. – С. 212 – 214.

УДК 728.1

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОЭТАЖНЫХ МИКРОРАЙОНОВ

Пыжлакова Е.С.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: pyzhakovak@mail.ru*

В статье рассматриваются проблемы современного строительства многоэтажных микрорайонов. Качество среды в городах России развивается крайне медленно. К этому развитию относятся планировки квартир и зданий и планировка уличного пространства.

Ключевые слова: микрорайон, строительство, уличное пространство, городская среда.

Строительство жилых многоэтажных домов идет очень быстрым темпом. Окраины городов разрастаются жилыми массивами новостроек, именно их называют «доступное жилье». Застройщики думают в первую очередь о собственной выгоде, не задумываясь, какие последствия порождает такое развитие городов. Неухоженные пустыри между многоэтажными колоссами, удаленность от объектов культуры и отдыха, образование очередей и заторов на пути движения к местам работы населения – все это черты современных городов [1].

Причины торможения внедрения здоровых, рациональных и эстетичных проектных решений на всех уровнях – это тема для отдельного исследования.

Все причины можно разделить на пять групп.

1. Территория, прилегающая к зданиям.

В средних широтах расстояние между корпусами должно быть равно минимальному расстоянию удвоенной высоты дома. Из этого исходит, что чем выше здания, тем дальше их нужно строить друг от друга, чтобы солнечные лучи попадали во все окна квартир. Пустого пространства будет больше. Возникшее пространство надо чем – то заполнить и вместо того, чтобы проявить «полет фантазии», это превращается в стоянку для автомобилей. Во дворах нет места для проведения досуга и общения.

2. Подход и подъезд.

Отсутствие подземного гаража – стоянки или ее малая площадь, вынуждает к устройству дворовых стоянок, спроектированных так, что людям неудобно и небезопасно передвигаться по придомовой территории.

3. Входные пространства.

Не оборудованные входные пространства для нужд инвалидов и не приспособленность парадных приводит к противоречию с современными требованиями по удобству и безопасности.

4. Проектирование секции.

Обычной планировкой считается коридорная схема с единственным лестничным узлом посередине. И оба конца коридора заканчиваются тупиками. Это и является проблемой для эвакуации при пожаре. Коридор с обоих концов должен иметь эвакуационные лестницы.

5. Планировка квартир.

Архитектурные качества современных жилых комплексов в России оставляют желать много лучшего. Провинциализм в фасадных и объемных решениях – пережиток прошлого, примитивные структуры генеральных планов с параллельно расположенными корпусами (так что жители квартир смотрят друг другу в окна), неумение создать работающую многофункциональную среду и т.д. [2].

Сам по себе микрорайон – это комплекс жилых и общественных зданий, расположенных на достаточно крупном участке, окруженном транс-

портными магистралями. Из-за огромной площади отдельные микрорайоны находятся в глубине участков. И эти районы отдалены от основных транспортных путей, что является огромной проблемой. В российском представлении – микрорайон состоит из однотонных и однотипных жилых зданий, которые расположены на большом расстоянии между собой.

Для жилых массивов очень подходит название «Спальный район». Так как в большинстве случаев люди приезжают в свой дом для отдыха и сна. Если человеку из данного района нужно на работу, в магазин или в культурно – развлекательный центр, то он едет в другие части города.

Главная экономическая проблема таких районов – ежедневная миграция населения в места работы или активного отдыха. К примеру, любой крупный промышленный город. Каждое утро население тратит около часа времени, чтобы доехать до работы, которая находится в другой части города. И регулярный поток транспорта по магистралям от дома до работы создает вереницы двигающихся транспортных средств.

Решить данную проблему можно двумя путями:

- улучшить транспортную инфраструктуру города. Необходимо создать достаточное количество хороших дорог;
- уменьшить дальность трудовых миграций. Надо грамотно распределить зоны проживания, работы и отдыха в городе, чтобы большая часть населения не совершала длинный путь дважды в день.

Если сравнить стоимость возведения транспортных развязок и магистралей и грамотное распределение зон, то проще реализовать последнее. Причина в том, что рациональное размещение – процесс постепенный и вложенный в планировку развития города. Строительство транспортных артерий сложно по своей организации, трудно выполнимо и дорого, требует срочности решения проблем, а иногда это невозможно.

Все социальные проблемы человека связаны с негативным влиянием окружающей среды на него. Окружающая городская среда многоэтажных микрорайонов оказывает негативное воздействие на поведение людей. Это отрицательно воздействует на общение людей – жильцы многоэтажек не знают своих соседей.

Чтобы решить проблему микрорайонов, нужно застраивать районы по квартальному типу. Например, один из крупнейших городов Европы застроен по квартальному типу. Площадь, равная микрорайону, разбивается на кварталы. Давайте представим, как это выглядит, и какие плюсы имеет.

Кварталы делятся улицами с небольшой одно – двухсторонней проезжей частью с достаточно широкими тротуарами. Малоэтажные и среднеэтажные дома построены плотно друг к другу, имеют небольшие участки перед ними. И на первых этажах многоэтажного дома расположены небольшие магазины, кафе, а некоторые здания имеют подземные гаражи.

Плюсы подобного вида застройки:

- Благодаря активным фасадам, среде, которая протекает вдоль улицы, отсутствию огромных пустырей и зданий формируется комфортное

окружение, квартальный тип застройки не приносит людям психологического дискомфорта.

– Из-за того, что все необходимые заведения и учреждения находятся в пешей доступности, уменьшается миграция внутри города, снижается нагрузка на автодороги и общественный транспорт;

– Безопасность, которая возникает из-за применения ограничений автомобильного движения и создания условий для постоянной активности людей, следует застраивать дома малой и средней этажности. [3]

Застройка микрорайонов приводит к множеству проблем, решить которые сложно. Можно смотреть в будущее и предполагать, какое решение будет наиболее выгодным. Продолжать расширять город, возводить на окраинах огромные площади спальных районов – не стоит всех проблем, с которыми все столкнутся позже. А именно, с транспортным коллапсом, преступностью и маргиналами. Лучше изменить корень проблемы, осознав причинно – следственную связь и начав развитие кварталов. [4]

Застройщики стараются из минимальной площади земли получить максимальную выгоду, поэтому они строят высотные дома. При застройке кварталов невысокими домами вплотную убирается пустующее пространство между домами. Но подобное жилье будет иметь более высокую цену из-за увеличения себестоимости и повышения качества городской среды. [5]

Библиографический список

1. Проблемы современных жилых комплексов в России <https://www.novostroy.ru/articles/market/problems-ovremennykh-zhilykh-kompleksov-v-rossii/>.

2. Проблемы микрорайонной застройки в современном градостроительстве <https://cyberleninka.ru/article/n/problems-mikrorayonnoy-zastroyki-v-sovremennom-gradostroitelstve>.

3. Многоэтажная ловушка: почему не нужны микрорайоны? <https://urbanblog.ru/280744.html>.

4. Проблема застройки городов и варианты ее решения <https://www.gkh.ru/article/102340-problema-zastroyki-gorodov>.

5. Пивоварова А.С., Матвеев А.А. Особенности и проблемы проектирования энергоэффективных высотных зданий в России. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Министерство науки и высшего образования РФ, Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. Н.А. Козырева. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2021. – Вып. 25. – Ч. V. Технические науки. – 456 с., ил. – С. 246 – 249.

КОНЦЕПЦИЯ «УМНЫЙ ГОРОД»

Разницына Е.В.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: lena.raz2002@mail.ru*

В статье рассматриваются основные концепции и перспективы развития системы «Умный город».

Ключевые слова: умный дом, интеллектуальный город, умная система, беспилотный транспорт, цифровизация.

Формирование системы «Умный город» сопряжено с потребностью обеспечения качественной жизни для жителей города, применением инновационных технологий вместе с экономичным, экологически и безопасным использованием городской жизни. При этом с помощью современных информационных технологий все эти факторы объединяются в общую концепцию [1].

Интеллектуальный город решает две значимые проблемы:

- донесение информации до органов управления;
- обратная связь между администрацией и горожанами, благоустройство города.

Характерные черты системы:

Умная система навигации дарит посетителям города возможность максимально удобно отдыхать и без проблем интегрироваться в муниципальную среду. В этом помогают и повсеместные Wi-Fi точки доступа, которые обеспечивают интернетом гостей с целью независимого планирования посещений культурных мест мегаполиса. Искусственный интеллект, который лежит в основе переводчика, помогает поддерживать контакт горожан и прибывшим туристам с отсутствием языковых барьеров.

Популярными становятся беспилотные и электрические автомобили. Этот транспорт быстро проверяется на часто используемых дорогах, не является чем-то новым для наших дней и в скорейшем времени будет эталоном автомобилестроения. Благодаря своим датчикам автомобили поддерживают связь, могут сами договариваться и находить стояночное место, а также ориентироваться на дороге, что сокращает риск и количество аварий. При этом система в таких «умных» быстрее обнаруживает неисправности и самостоятельно проводит диагностику состояния в машине [2].

Разработка беспилотного транспорта несет за собой явные перемены в муниципальной инфраструктуре. Для новых машин требуются иные правила, эталоны и путевые знаки. Новые электрические табло для дороги помогут водителям быстрее понять ситуацию, обнаружить очереди, заторы или дорожный ремонт.

На данный момент автобусы и троллейбусы отслеживаются по GPS,

что дает возможность просматривать их местоположение через мобильное приложение, имеют Wi-Fi с целью выхода в интернет, а также терминал, который позволяет оплачивать проезд по банковской карте.

В скором времени люди откажутся от бумаги даже в сфере медицины, то есть аналогом для привычных нам всем медицинских карточек станет цифровой аналог на сайтах и в приложениях, это поможет повысить скорость и поднимет качество работы в больницах.

Благодаря цифровизации медицины можно наблюдать за состоянием больных и более персонально подходить к лечению отдельно взятых пациентов. Также уже сейчас с развитием телемедицины есть возможность профессионально помогать малоподвижным и полностью обездвиженным пациентам плюсом понизив траты и время на их перевозку в клинику.

Учебный процесс особо важен для формирования умного города, с этой целью обучению будущего работоспособного населения отведена особая значимость. Отсюда следует, что учебная программа подойдет для каждого ученика и развивает в нем все нужные качества и навыки. Образование меняется в лучшую сторону, так как программа легко приспосабливается под быстро изменяющийся рынок. В школах появляется новейшее оборудование.

Одним из примеров умных городов можно считать Иннополис на рисунке 1, который по праву считается самым продвинутым и современным в России. Городу на данный момент всего 6 лет. Жители – это молодые IT-специалисты, которые являются сотрудниками компании, работающей внутри города. Для работы выделен целый технопарк, а все здания построены с элементами умного ЖКХ. Весь учет коммунальных расходов проходит с помощью цифровых сервисов и тщательно контролируется.



Рисунок 1 – Город Иннополис

Еще один из примеров умных городов – Саров, рисунок 2, являющийся закрытым городом России по причине размещения на территории федераль-

ного ядерного центра. «Умный район» в Сарове – новый квартал с самыми последними наработками цифровых городских сервисов. Такими как процесс контролирования заполняемости мусорных баков и вывоза мусора; передача показаний от счетчиков воды и электричества сразу в соответствующие службы; система поддержания благоприятной температуры основного отопления.



Рисунок 2 – Город Саров

Результативность муниципального управления увеличивается благодаря введению технологий «умного города», развитию целостной информационной среды. При этом закрепляется объединение между отдельными заинтересованными компаниями [3].

Библиографический список

1. «Умная» трансформация городов: возможности и риски // social.hse.ru URL: «Умная» трансформация городов: возможности и риски (hse.ru) (дата обращения: 20.11.2021).
2. Ганин О.Б. «Умный город»: перспективы и тенденции развития // Социальная и экономическая география. - 2014. - С. 124-128.
3. ПНСТ 439-2020 (ИСО/МЭК 30182:2017) Информационные технологии (ИТ). Умный город. Совместимость данных [Электронный ресурс] /. — Электрон. журн. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200174806>.

ОБРАЗОВАНИЕ ТРЕЩИН В БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Тихомирова А.П.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: alina.tikhomirova2016@mail.com*

В статье рассматриваются различные типы и причины возникновения трещин в бетоне, железобетоне и строительных материалах. Самый известный структурный дефект – трещина. Трещина – это дефект, образовавшийся под воздействием силы на конструкцию или в результате усадки при температуре и давлении. При обнаружении трещин необходимо знать природу и причину их образования, чтобы оценить уровень опасности конструкции.

Ключевые слова: трещина, бетон, железобетон, конструкция, балка, арматура.

Трещины распределяются по следующим признакам:

1. По причине возникновения:

- трещины от воздействия внешних сил во время эксплуатации конструкции;
- трещины, образовавшиеся в результате коррозии;
- технологические трещины (при уплотнении бетонной смеси, из-за состава бетонной смеси, усадки бетона при схватывании и твердении, неравномерного прогрева при наборе прочности);
- трещины от силового воздействия во время не правильного хранения, транспортирования и монтажа конструкции;
- трещины от силового воздействия при сжатии бетона с предварительно напряженной арматурой.

2. По значимости:

- трещина, указывающая на аварийное состояние конструкции;
- трещина, увеличивающая водопроницаемость бетона;
- трещина, которая снижает долговечность конструкции, из-за усиленной коррозии арматуры (бетон);
- трещины, которые не вызывают опасений по поводу безопасности конструкции.




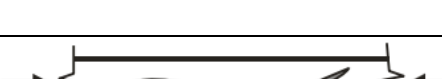


От силового воздействия трещины расположены перпендикулярно действию основного растяжения. Типы трещин, возникающих от действия силы, представлены в таблице 1.

Трещины, образованные в плитах перекрытий.

Образование трещин является наиболее распространенным явлением в

железобетонных перекрытиях промышленных зданий, работающих в напряженных условиях, испытывающих технологические перегрузки, ударные и вибрационные воздействия, разрушающее воздействие технических масел и других агрессивных сред, что вызывает их быстрый износ и растрескивание. Темперament трещин, вызванных силой, зависит от статической схемы плиты, типа и вида нагрузки, влияющих на работу плиты, способов армирования и соответствия длин пролетов. В этом случае трещины размещены перпендикулярно растягивающим напряжениям.

Таблица 1 – Виды трещин в железобетонных конструкциях.

Вид трещины	Форма трещины	Элементы конструкций
сквозная клиновидная		внецентренно – растянутые элементы
сквозная внахлестку		внецентренно – растянутые элементы
несквозная клиновидная		изгибаемые и внецентренно – сжатые элементы
несквозная продольная		предварительно – напряженные элементы в зоне анкеровки арматуры, сжатые элементы
сквозная с параллельными стенками		центрально – растянутые элементы раскосных ферм
замкнутая наклонная		приопорная зона изгибаемых элементов

Причиной раскрытия трещины, образовавшейся от воздействия силы, является перегрузка плиты, недостаточное количество рабочей арматуры или ее неправильное расположение. Дополнительно плиту армируют тогда, когда ширина раскрытия трещин превышает 0,3 мм. В местах, где сосредоточены большие усилия, усиливается зона восприятия нагрузок. Для этого применяются различные распределительные устройства.

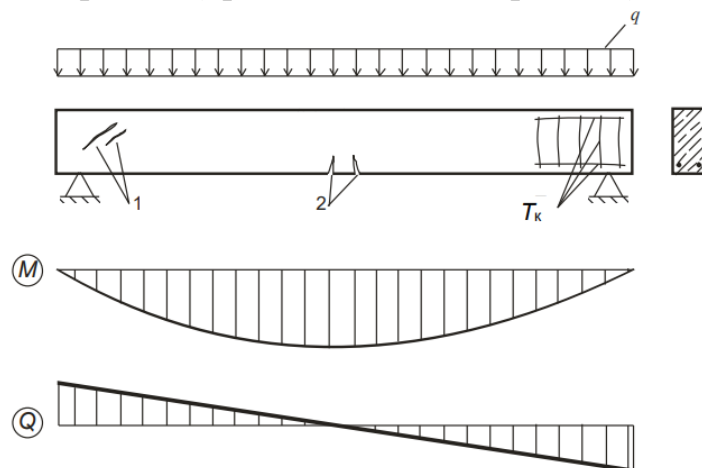
Трещины в балках с обычным армированием.

Растрескивание балки зависит от статических схем, типов поперечного сечения и напряженно – деформированного состояния. На рисунках 1 и 2 показаны трещины, образовавшиеся в результате воздействия силы в однопролетных и многопролетных балках прямоугольного сечения. Нормальные трещины 2 имеют наибольшую ширину раскрытия в растянутой зоне, а наклонные трещины 1 находятся вблизи центра тяжести сечения.

Если ширина нормальной трещины более 0,5 мм, то это свидетель-

ствует на недостаточность продольного армирования или чрезмерное нагружение.

Наклонные трещины, особенно на участках крепления продольной рабочей арматуры, являются более опасными, поскольку они могут вызвать внезапное обрушение балки. Причинами образования и раскрытия наклонных трещин являются низкий класс бетона, большой арматурный шаг, некачественная сварка стержней (продольных и поперечных).



1, 2 – трещины, образованные от силовых воздействий;
 T_k – трещины, образованные в результате коррозии арматуры
 Рисунок 1 – Трещинообразование в однопролетной балке.

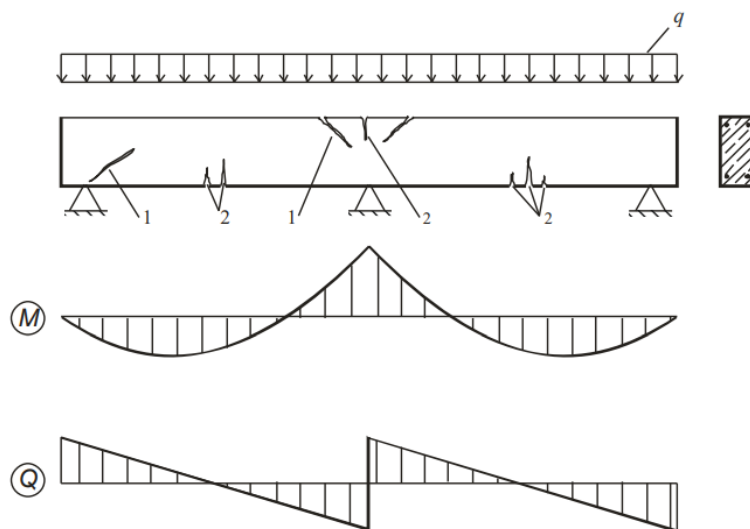


Рисунок 2 – Трещинообразование в многопролетной балке

Трещины в предварительно напряженных балках.

Балки, имеющие высокопрочную арматуру класса А – 500, А – 800, Вр – 500, К – 7, изготавливаются предварительно напряженными с высокими требованиями по стойкости к образованию трещин. Появление больших трещин указывает на серьезные недостатки в технологии или перегрузки (рисунок 3). Трещины 1 возникают из-за недостаточного давления (значи-

тельные потери предварительного напряжения) арматуры или из-за перегрузки балки по нормальному поперечному сечению. Трещины 2 указывают на перегрузку наклонных участков (проекту не подходит класс бетона или его заниженное значение, большой арматурный шаг) или дефекты изготовления (более низкие классы бетона, большой арматурный шаг, некачественная сварка стержней арматуры). Поводом появления трещины 3 является низкий класс бетона, перегрузка нормального сечения. Низкая прочность бетона вызывает нарушения крепления предварительно напряженной арматуры и образования трещины 4. Трещины 5 и 6 обусловлены действием продольной силы при обжатии бетона. Они показывают отсутствие достаточного косвенного армирования в зоне анкеровки продольной напрягаемой арматуры, низкий класс бетона в момент сжатия. Трещина 7 обусловлена наличием непроектных соединений.

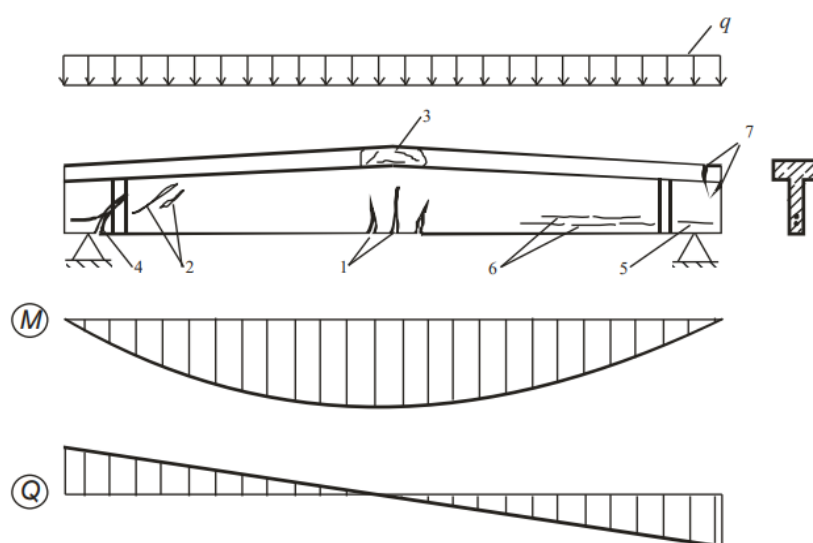


Рисунок 3 – Трещинообразование в предварительно напряженной стропильной балке

Трещины в сжатых элементах.

Появление продольных трещин (рисунок 4) вдоль арматуры в сжатых элементах показывает на разрушение, связанное с потерей устойчивости (выпуклость) продольной сжатой арматуры вследствие недостаточного количества арматуры.

Часто растрескавшийся и отслаивающийся бетон вдоль арматуры железобетонных элементов является результатом коррозии. В этом случае возникает нарушение сцепления продольной и поперечной арматуры с бетоном.

Продольные трещины вдоль арматуры с нарушением сцепления с бетоном также могут быть вызваны воздействием температуры во время эксплуатации конструкции при систематическом нагреве выше 300°C или после пожара.

Характер растрескивания стержня железобетонной колонны в основном зависит от эксцентриситета приложения нагрузки и ее характера.

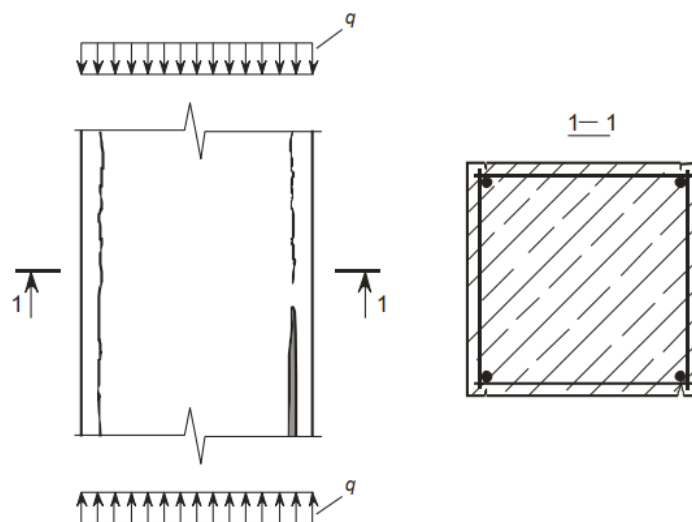


Рисунок 4 – Трещины вдоль продольной арматуры
в сжатых элементах

Библиографический список

1. Калинин, В. М. Оценка технического состояния зданий / В. М. Калинин, С. Д. Сокова. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 268 с.
2. Рибицки, Р. Повреждения и дефекты строительных конструкций / Р. Рибицки. – М.: Стройиздат, 1982. – 432 с
3. Руфферт, Г. Дефекты бетонных конструкций / Г. Руфферт. – М.: Стройиздат, 1987. – 112 с.
4. Нечаев А.В., Матвеев А.А. Трещины в строительных конструкциях. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017.– Вып. 21.– Ч. V. Технические науки.– 390 с., ил.–161, таб.–34. – С. 151 – 153.

УДК 621.396.2

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ПЕРИМЕТРА ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОБЪЕКТОВ

Шляхина Р.И.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: rrrirre@mail.ru*

В статье рассматриваются современные решения устройства защиты периметров различных территорий и объектов, виды защитных заграждений, средства обнаружения. Уделяется внимание возможности создания эстетичного внешнего вида защитных заграждений и способа организации эффек-

тивной системы охраны.

Ключевые слова: территория, периметр, заграждения, средства обнаружения.

В настоящее время существует множество территорий, предприятий и сооружений, которые являются режимными объектами в связи с их функциональными особенностями. Эти объекты могут располагаться непосредственно внутри городской застройки, в промышленных районах городов, далеко за пределами населенных пунктов либо являться самим населенным пунктом (закрытые административно-территориальные образования – ЗАТО, военные города). Все перечисленные объекты требуют особо тщательной и надежной системы охраны. Отечественные и зарубежные производители предлагают большой выбор инновационных технологий и материалов, которые способны надежно выполнять свои функции. Современные методы позволяют не только обеспечить безопасность на высоком уровне, но и придать эстетичный вид фасадным частям охраняемых объектов, что очень важно для создания комфортной городской среды. Средства защиты периметра должны обеспечивать безопасность в местах массового скопления людей, на энергетических и промышленных объектах, объектах повышенной техногенной опасности, военных и содержащих государственную тайну.

В большинстве случаев данные объекты имеют большую территорию и соответственно протяженный периметр. Именно периметральной защите должно уделяться особое внимание, поскольку это является слабым местом в системе охраны.

Неотъемлемая часть системы защиты от незаконного проникновения на охраняемые территории – защитные заграждения. Они выполняют одновременно и защитную, и предупредительную функции: указывают, где именно начинается охраняемая зона. Большое распространение получили железобетонные заграждения, выполненные из монолитного железобетона или специальных железобетонных плит. Существуют также комбинированные заграждения, в которых могут сочетаться различные материалы: железобетон, камень, кирпич, дерево.

Помимо этого, в последнее время все больше применяют «легкие» заграждения, выполняемые в основном из металлических сеток и решеток с металлическими либо железобетонными опорами. Диаметр прутьев в решетках может составлять всего 4 мм, что значительно улучшает внешний вид ограждения.

Для распознавания и предотвращения преодоления ограждений нарушителями используют средства обнаружения. Наибольшее распространение получили радиолучевые и радиоволновые, емкостные, вибрационные, сейсмические и оптико-электронные средства обнаружения.

Радиолучевые средства обнаружения состоят из передатчика и приемника радиосигнала, за счет работы которых формируется зона обнаружения в виде вытянутого эллипсоида вращения. Принцип действия такой системы

основан на регистрации приемником сигнала, поступающего от излучателя и регистрации изменений амплитуды и фазы сигнала при появлении в зоне обнаружения постороннего объекта. Чаще всего такие средства обнаружения устанавливаются вдоль оград. Принцип работы радиоволновых систем схож с работой радиолучевых систем, только в этом случае чувствительным элементом являются проводящие кабели, к которым подключены приемник и передатчик радиосигналов.

Емкостные средства обнаружения состоят из чувствительного элемента и блока обработки сигнала. Чувствительный элемент представляет собой один или несколько металлических электродов, которые закрепляются на кронштейнах по верху ограды. Они также могут устанавливаться на различные декоративные ограды. Принцип действия такой системы заключается в следующем: при прохождении электрического тока по чувствительному элементу образуется электромагнитное поле, имеющее определенную емкость. При приближении предметов либо людей к электродам емкость такой системы изменяется, образуется сигнал тревоги.

Вибрационные средства обнаружения представляют собой систему сенсоров в виде кабелей, которые устанавливаются на «легкие» заграждения. При возникновении вибрации от внешних воздействий (преодоление нарушителем заграждения) изолированные проводники внутри кабеля начинают тереться друг о друга, в результате чего формируется сигнал тревоги.

Сейсмические извещатели устанавливаются в грунт и реагируют на колебания окружающей их среды, которые возникают при передвижении людей и техники.

Опτικο-электронные средства обнаружения основаны на анализе оптического излучения и имеют много разновидностей. В целом принцип работы всех видов можно описать следующим образом: специальное устройство генерирует инфракрасное излучение, которое фиксируется приемником, преобразующим оптический сигнал в электрический. При нарушении траектории движения луча приемник регистрирует изменение сигнала.

Повысить эффективность работы перечисленных средств обнаружения может активное применение камер видеонаблюдения.

По отдельности и в совокупности перечисленные методы охраны периметра позволяют защищать различные территории и объекты от незаконного проникновения, являются современным решением проблемы по охране протяженных периметров в различных климатических условиях, а также позволяют использовать «легкие» виды заграждений, отказаться от неэстетичных железобетонных ограждений, что в целом улучшает облик фасадов промышленных территорий.

Библиографический список

1. Селищев В. А. Выбор системы охраны периметра / В. А. Селищев - Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 2: в 2 ч. Тула: Изд – во ТулГУ, 2010. Ч. 2. – 260 с.

2. Никитин А.А., Малёмин Н.В., Чаплыгин А.В., Климов А.В., Анюхин С.Г., Федин А.Н., Прошутинский Д.А., Пермяков М.П. под руководством к.т.н. Зайцева А.Г. Рекомендации по использованию технических средств обнаружения, основанных на различных физических принципах, для охраны огражденных территорий и открытых площадок (Р 78.36.026-2012) / А. Г. Зайцев – М.: НИЦ «Охрана», 2012. – 182 с.

УДК 625.7:625.8

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Белогорцев Д.Г.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: sevhr005@mail.ru*

В статье рассматриваются решения проектирования автомобильных дорог. Автомобильные дороги – это инженерные сооружения, предназначенные для движения автомобилей. Основными элементами являются: земляное полотно, дорожная одежда, проезжая часть, обочины, искусственные и линейные сооружения и все виды обстановки.

Ключевые слова: автомобильная дорога, технологические требования, движение, маршрут, содержание автодорог, планирование, закон.

Роль автомобильных дорог. Автомобильный транспорт - одна из важнейших отраслей народного хозяйства, развивается как неотъемлемая часть единой транспортной системы. В современных условиях дальнейшее развитие экономики немислимо без хорошо налаженного транспортного обеспечения. В условиях, когда наметилась тенденция к оживлению и восстановлению реального сектора экономики, автомобильный транспорт способствует нормализации положения в финансовой и кредитной сфере. От его чёткости и надёжности во многом зависят трудовой ритм предприятий промышленности, строительства и сельского хозяйства.

Все автомобильные дороги и дорожные сооружения должны отвечать определенным техническим требованиям. Основная цель соответствия дорог установленным техническим правилам и стандартам - обеспечение безопасности дорожного движения. Технические требования к автомобильным дорогам, соответствующие правила и положения содержатся в государственных стандартах, строительных нормах и правилах, технических нормативах и других технико-юридических источниках. Они регламентируют требования к содержанию дорог, их эксплуатации, состоянию, ремонту, дорожному покрытию и грунтовому полотну.

Что касается организации и осуществления перевозок автомобильным транспортом, то классификация имеет важное значение для разработки логи-

стических схем маршрутов движения, а также для учета особенностей соответствующих видов автомобильных дорог при осуществлении перевозок пассажиров и грузов.

Классификация автомобильных дорог по различным основаниям имеет важное практическое значение. Это проявляется в определении компетенции федеральных органов исполнительной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления по вопросам дорожной деятельности, заключающейся в содержании автомобильных дорог, их строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и обеспечении объектами дорожного сервиса, а также финансирования этой деятельности и при решении многих других вопросов.

Проектируемая автомобильная дорога классифицируется по различным основаниям. В зависимости от значения она подразделяется на автомобильные дороги:

- - федерального значения;
- - регионального или муниципального значения;
- - местного значения;
- - частные автомобильные дороги.

Строительство автомобильной дороги требует проведения определенных мер: отведение территории, оформление на данную площадь права собственности, получение на строительство данного объекта разрешения, введения в эксплуатацию, а также и на проектную документацию, и по окончании всех работ требуется зарегистрировать права владением автодорогой.

Само строительство дороги порой занимает меньше времени, чем процесс оформления документации. Опираясь на закон «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в РФ», выбор органа, который выдаст соответствующее решение, зависит от размещения дороги и ее назначения.

Дорожное строительство представляет собой многосложный процесс, включающий в себя множество этапов и имеющий некоторые особенности. Под дорожным строительством понимается не только сооружение автомобильных дорог, но и устройство тротуаров, различных пешеходных зон, подъездных путей, а также техническое обслуживание и ремонт дорожного покрытия.

Строительство всегда начинается с проектирования и расчетов. Именно на этом этапе учитываются все нюансы, производятся необходимые расчеты, определяется бюджет и сроки, количество и вид требуемых материалов, а также подготавливается проектная документация.

Дорожное строительство является сложной технической задачей, поэтому данный процесс всегда начинается с предварительного планирования и расчетов. Только после подробного анализа и учета всех факторов можно приступать к проведению дорожно-строительных работ, которые проводятся в несколько основных этапов.

Также предварительное планирование позволяет оценить объем работ

и общую площадь дорожного полотна. Цена за 1 кв. м укладки асфальта будет снижаться по мере увеличения площади асфальтирования.

Основные этапы строительства автомобильных дорог:

1. Подготовительный:
 - 1.1. Геодезические и инженерно-геологические исследования;
 - 1.2. Разработка плана строительства дороги;
 - 1.3. Проектно-конструкторские расчеты;
 - 1.4. Экономические расчеты;
 - 1.5. Подготовка проектной документации.
2. Разработка местности:
 - 2.1. Устранение препятствий, вырубка деревьев (если требуется);
 - 2.2. Работы с грунтом:
 - 2.2.1. Снятие;
 - 2.2.2. Отсыпка;
 - 2.2.3. Выравнивание;
 - 2.2.4. Уплотнение.
 - 2.3. Создание дренажной системы;
 - 2.4. Перенос или прокладка инженерных коммуникаций;
 - 2.5. Установка предупреждающих знаков и ограждений.
3. Устройство дорожного основания:
 - 3.1. Укладка геотекстиля – разделяет конструктивные слои, способствует водоотведению, повышает прочность конструкции;
 - 3.2. Отсыпка и уплотнение песчаного слоя – толщина около 40 см после уплотнения, способствует амортизации и стабилизации сооружения;
 - 3.3. Монтаж геосетки или георешетки – существенно повышает прочность конструкции, разделяет технологические слои, снижает нагрузку на основание;
 - 3.4. Отсыпка и уплотнение щебеночного слоя – для обеспечения высокой плотности сначала отсыпается слой крупных фракций, а затем мелкофракционный щебень; щебеночный слой повышает прочность конструкции, а также выступает непосредственным основанием для асфальтобетона;
 - 3.5. Пропитка щебня битумной эмульсией – обеспечивает достаточную адгезию (сцепление).
4. Устройство асфальтобетонного покрытия:
 - 4.1. Укладка асфальтобетона – поэтапно, в несколько слоев;
 - 4.2. Монтаж геосетки между слоями асфальта – нужно для повышения армирования (опционально, часто для дорог с высокой загруженностью);
 - 4.3. Каждый слой асфальтобетона должен отдельно уплотняться сразу после укладки – это обеспечит максимальную плотность и прочность покрытия.
5. Благоустройство территории:
 - 5.1. Устройство тротуаров;
 - 5.2. Монтаж бордюров;
 - 5.3. Устройство ливневой канализации;
 - 5.4. Установка ограждений;

- 5.5. Нанесение дорожной разметки;
- 5.6. Установка дорожных знаков;
- 5.7. Создание коммуникаций;
- 5.8. Монтаж освещения.

Строительство дорог, на каждом его этапе, должно осуществляться с соблюдением технологии, а также в соответствии всем нормативным требованиям. В некоторых случаях после завершения работ также проводятся природоохранные мероприятия, которое могут включать монтаж шумозащитных экранов и замену окон в домах, располагающихся вблизи дороги.

Подводя итог всему вышесказанному, можно сделать вывод, что, дорожно-строительные работы является сложной, трудоёмкой, дорогостоящей деятельностью, даже в самых благоприятных природно-климатических условиях: дорога должна удовлетворять множеству требований по качеству, надёжности, долговечности, пропускной способности, удобству использования и обслуживания и многому другому. При этом, автомобильная дорога включает в себя комплекс функционально связанных конструктивных элементов и искусственных инженерных сооружений, специально предназначенных для обеспечения безопасного движения автомобильных и других транспортных средств с расчётными скоростями, нагрузками и габаритами, с заданной интенсивностью движения в течение длительного времени, а также участки земель, предоставленные для размещения этого комплекса, и пространство в пределах установленного габарита.

Качественно сделанная автодорога должна соответствовать необходимым стандартам, так как это является залогом безопасности и комфорта не только водителей, но и пешеходов.

Библиографический список

1 СП 34.13330.2012 – Свод правил «Автомобильные дороги». Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги. Нормы проектирования». – 01.07.2013 г.

2 Поисковые системы «Яндекс» и «Google».

3 Бакляк А.А., Матвеев А.А. Строительство и проектирование дорог и автомагистралей. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Министерство науки и высшего образования РФ, Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. Н.А. Козырева. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2021. – Вып. 25. – Ч. V. Технические науки. – 456 с., ил. – С. 206 – 212.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНА

Буткеев С.Д.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: sevhr005@mail.ru*

Развитие современного города и увеличение его транспортной инфраструктуры, в частности объектов метрополитена, оказывает значительное влияние на окружающую городскую среду и требует разработки и реализации комплекса специальных защитных мероприятий.

Ключевые слова: город, метрополитен, строительство, проект, станция.

Численность городских жителей составляет десятки миллионов человек и продолжает расти. К интенсификации транспортных потоков в крупнейших городах приводит увеличение количества средств доставки людей и грузов. Для перемещения из одного конца мегаполиса в другой необходимо много времени. На основании различных планов и схем развития городов самым действенным решением является снижение числа разных видов транспорта. В крупных городах для перемещения и организации людских потоков применяют метрополитен, который является скоростной городской внеуличной железной дорогой с курсирующими на ней маршрутными поездами для перевозки пассажиров.

Строительство любого сооружения, в том числе и метрополитена, ведется на основе заранее разработанного проекта, который включает в себя комплекс различной технической документации, содержащей технико-экономические обоснования для возведения сооружения; инженерные расчеты с пояснительными записками; строительные и технологические чертежи, чертежи размещения оборудования и различных устройств; сметы для определения стоимости строительства и другие материалы.

Разработка проектов ведется проектными организациями на основе заданий и в соответствии с действующими Строительными нормами и правилами (СНиП), техническими условиями и указаниями, инструкциями, руководствами и другими действующими нормативными документами. В проектах должны учитываться новейшие достижения отечественной и зарубежной науки и техники, обеспечивающие наиболее высокие технико-экономические показатели при наименьших капитальных вложениях и эксплуатационных затратах.

В проекте линии метрополитена даются решения всех основных вопросов, касающихся ее строительства и эксплуатации: технико-экономическая целесообразность и необходимость строительства; трасса ли-

нии, ее план и профиль, габариты тоннелей; инженерно-геологические условия строительства; места расположения станций и пересадочных узлов; конструкции тоннельных сооружений; конструкция пути и контактного рельса; применяемые устройства электроснабжения, связи, автоматики и телемеханики, вентиляция и сантехника; организация строительства; графики производства работ; сметная стоимость и технико-экономические показатели сооружения. В пояснительной записке к техническому проекту приводятся краткие сведения по всем частям проекта с обоснованием принятых технических решений и основные технико-экономические показатели – протяженность трассы, число станций, частота движения поездов, сметная стоимость 1 км линии и др.

Линия метрополитена проектируется на основе генеральной схемы развития сети метрополитена города, разработанной в увязке с развитием всего городского транспорта. В соответствии с генеральной схемой для проектируемой линии метрополитена устанавливают направление, протяженность, число и место расположения станций, депо и т.д.

Трассой называют ось проектируемой линии метрополитена, отвечающую выбранному проектом положению на местности. Трасса определяется двумя проекциями: горизонтальной (планом) и вертикальной (профилем). При проектировании трассы метрополитена определяют условия строительства, глубину заложения линии (мелкое или глубокое заложение), обеспечение сохранности архитектурных и исторических памятников, места расположения станций и пересадочных узлов и т.д.

В архитектурных и объемно – планировочных решениях также существует множество примеров, когда спроектированное определенным образом пространство или группа помещений претерпевают серьезные изменения в связи с получением новых вводных в процессе реализации объекта или изменениями норм. Происходит это в ряде случаев в связи с изменением инженерных систем или заменой оборудования (в том числе и крупногабаритного эскалаторного), а иногда и появлением нового оборудования, требующего специальных зон и пространств внутри объектов метрополитена.

В качестве примеров приведем следующее. В 30-е годы XX в. первые станции московского метро строились вручную: киркой и лопатой. Сегодня в арсенале метростроителей – передовые технологии. Для прокладки тоннелей метро используют полностью автоматизированную сверхпрочную конструкцию под названием «проходческий щит». Ее сравнивают со «стальным червем», который просверливает путь в толще породы, оставляя за собой готовый тоннель.

Московский метрополитен сегодня развивается как комплексный объект, позволяющий жителям и гостям города Москвы быстро совершать перемещения из одной части города в другую, а также из городов – спутников. Поездка в метро превращается в увлекательное путешествие по эпохам и оттенкам исторического развития Москвы. При этом на разных уровнях заложения метрополитена предусмотрены условия для безопасного и благопри-

ятного нахождения людей.

Московский метрополитен по праву считается красивейшим в мире. В большинстве стран станции утилитарны и неотличимы одна от другой. Несмотря на то, что теперь станции Московского метрополитена строятся по типовым проектам, для каждой из них разрабатывается свое особенное архитектурное и дизайнерское решение.

Библиографический список

1. Рузина, Д. С. Особенности проектирования и строительства метрополитенов / Д. С. Рузина, Н. С. Кузьмина // Молодежь и наука: сборник материалов X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края [Электронный ресурс]. - Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2014. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2014/directions.html>, свободный.

2 Поисковые системы «Яндекс» и «Google».

УДК 624.1:69.07

СПОСОБЫ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ В МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Матвейков К.П.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: matveykov88@mail.ru*

В статье рассматриваются способы погружения свай в мерзлых грунтах. Самая важная часть любого здания и сооружения – это фундамент. Он является базой для надземной части здания, обеспечивая устойчивость и прочность надстройки и гарантируя долговечность. Выбор типа фундамента и конструктивной схемы здания в зависимости от характеристик грунтов – сложная задача.

Ключевые слова: лидерные скважины, мерзлые грунты, паровые иглы, сваи.

Область вечной мерзлоты, которая занимает две трети площади нашей страны, называют стратегическим тылом России, её кладовыми, топливно-энергетической базой и валютным цехом. Здесь работают комбинаты, шахты и карьеры, проложены дороги, построены порты и аэродромы. И стоят на вечномерзлых грунтах целые города, в которых строительство каждого дома можно считать подвигом.

Мерзлота создаёт особые условия для освоения территорий: для сельского хозяйства, добычи полезных ископаемых, строительства, то есть возникает масса практических вопросов, которые необходимо решать, опираясь

на знания о закономерностях распространения, залегания мёрзлых пород, их связи с климатом и деятельностью человека. Решению проблем строительства на мерзлоте всегда уделяется особое внимание, т. к. вечномёрзлые грунты чрезвычайно многообразны и, учитывая их недостаточную изученность, очень опасны.

Вечномерзлыми считаются такие грунты, которые находятся в мерзлом состоянии от 3-х и более лет, они имеют неустойчивую структуру, при оттаивании подвергаются значительной просадке в результате нарушений природного структурного состояния.

Фундаменты на вечномерзлых грунтах требуют особого внимания, при возведении применяется специальная технология. При проектировании следует предусмотреть ряд аспектов:

- разработка мероприятий по уменьшению возможных деформаций постройки;
- тщательный расчет глубины заложения фундамента;
- выбор вида основания с учетом местных условий;
- технология возведения опоры здания, разработанная для строительства оснований здания в ВМГ (способ погружения опор).

В технологии погружения свай предусмотрено три схемы (рисунок 1): (а) рядовая, (б) спиральная и (в) секционная.

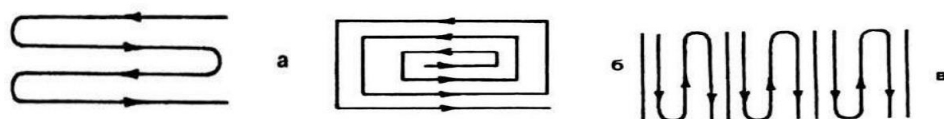


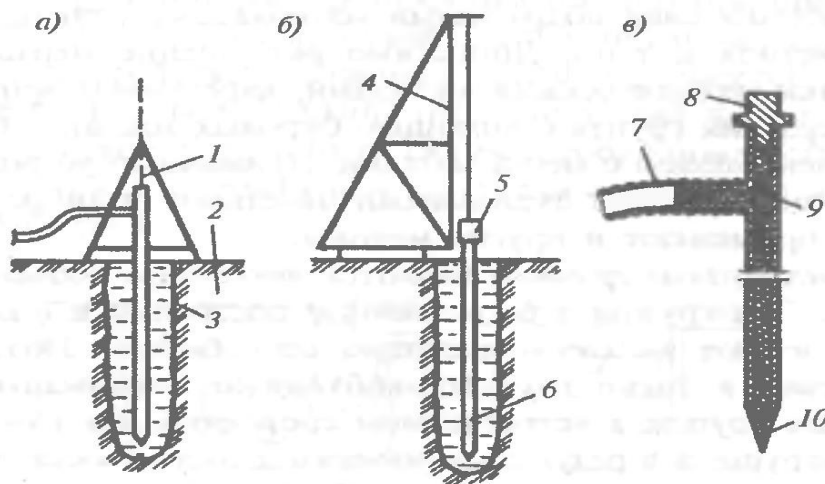
Рисунок 1 – Схемы погружения

Для вечномерзлых грунтов существуют некоторые особенности погружения свай. Эти грунты в естественном состоянии и с ненарушенной структурой имеют высокую несущую способность. Поэтому при погружении свай в такие грунты необходимо сохранить в естественном состоянии. На участках, где эта структура нарушена в результате забивки, следует восстановить первоначальные характеристики данных грунтов [1].

Сваи погружают в мерзлые грунты в основном двумя способами:

- пробуриваются скважины, в которые затем устанавливаются готовые сваи, или же в пробуренных скважинах устраивают набивные сваи;
- мерзлые грунты оттаиваются так называемыми паровыми иглами и затем в оттаянный таким образом грунт забивают готовые сваи, как в обычные талые грунты.

При погружении свай грунт первоначально нужно оттаять (рисунок 2), затем погрузить сваи в образовавшуюся в мерзлом грунте полость разжиженного грунта. Грунт оттаивают с помощью паровой иглы. Под действием пара происходит разжижение грунта до текучего состояния. В такой грунт выполняют погружение свай до проектной отметки.



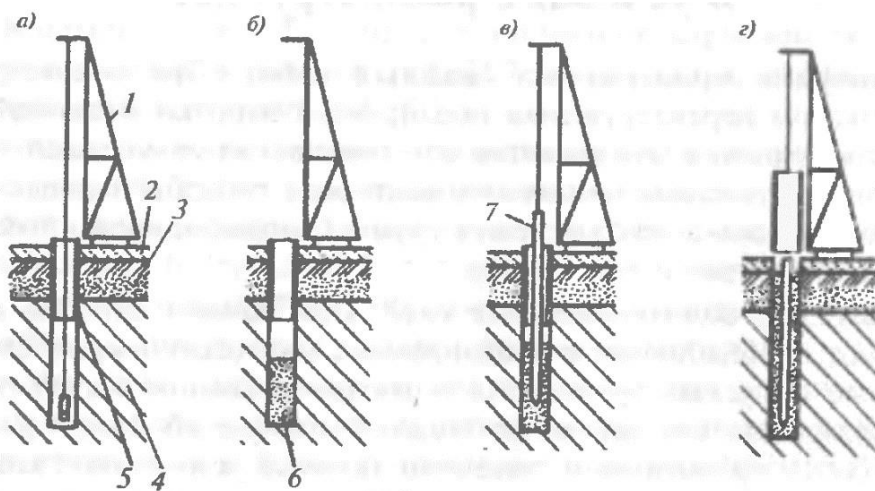
а-оттаивание грунта; б-погружение сваи; в-паровая игла; 1-поддерживающие козлы; 2-мерзлый грунт; 3-разжиженный грунт; 4-сваепогружающая установка; 5-вибропогружатель; 6-свая; 7-паропровод; 8-головная заглушка; 9-патрубок, 10-иглы.

Рисунок 2 – Схемы процесса погружения свай в мерзлый грунт методом оттаивания

Способ погружения сваи в пробуренные скважины (рисунок 3) включает в себя следующие операции:

- бурение скважины до необходимой отметки;
- заполнение скважины глинисто-песчаным раствором;
- погружение сваи в этот раствор с частичным выжиманием его из устья скважины;
- извлечение обсадной трубы.

В результате вмерзания раствора в естественный грунт, а сваи в этот раствор, свая приобретает необходимую несущую способность. [2]



а-бурение скважины; б-заполнение скважины песчано-глиняным раствором; в - погружение сваи; г-извлечение обсадной трубы; 1-буровая установка; 2-подсыпка; 3- деятельный слой грунта; 4-мерзлый грунт; 5-обсадная труба; 6-песчано-глинистый раствор; 7-свая

Рисунок 3 – Схема процесса погружения сваи в пробуренную скважину

Бурение является малопродуктивным и трудоемким процессом, поэтому его рекомендуют использовать при подготовке скважин в мерзлых грунтах с большим содержанием крупнообломочного материала и валунов при подтоке грунтовых вод, при прослойках талого грунта, когда требуется обсадка и в других случаях, когда более экономичные и производительные способы бурения неприменимы [4].

Использование вышеперечисленных способов при проходке скважин в мерзлых грунтах малопродуктивно и это связано со значительными энергозатратами на механическое разрушение. В первую очередь это связано с тем, что оттаивание грунтов происходит непосредственно при их разрушении за счет трения рабочего органа о забой [3].

Существует еще один способ для погружения свай. В определенных грунтовых условиях рационально использовать оборудование, позволяющее получать лидерные скважины методом продавливания. По этому методу в мерзлый грунт вибрированием или ударами погружается оборудование. После заглубления на нужную отметку, извлекается, а в грунте образуется скважина.

По сравнению с другими способами производства свайных работ на мерзлых грунтах (погружение свай в предварительно протаянный с помощью паровых игл грунт, установка свай в заранее пробуренных с помощью буровых установок скважинах) метод продавливания более прост в осуществлении и удобен в использовании.

Протаивание паровыми иглами требует источник пара и средств его передачи, а для эффективного бурения необходима подача в скважину подогретой воды до 50-70 град. Цельсия. Осуществление этих мероприятий в условиях строительной площадки вызывает существенные осложнения, особенно при отрицательной температуре окружающего воздуха.

В строительной практике при сезонном промерзании грунтов чаще применяется бурение скважин. Для этого необходимо дополнительное оборудование для бурения, что может нести дополнительные неудобства и затраты. При небольшом объеме свайных работ будет экономически выгодно применять третий способ. Для его применения не требуется дополнительной техники, так как он может быть использован на базе гусеничного стрелового крана-экскаватора, который может совмещать и задачи по разработке грунта на строительной площадке, и погружение свай.

Проблема строительства на вечномерзлых грунтах является актуальной фундаментальной проблемой, которая характеризуется неопределенностью внешних воздействий, сложностью моделирования и недостаточно развитой теорией. Особое значение и актуальность эта проблема имеет для осваиваемых дальневосточных регионов, в которых часто совпадают эти неблагоприятные условия. Использование традиционных подходов в строительстве при таких условиях оказывается малоэффективным, приводит к недолговечности и аварийности, цена которых во много раз превосходит обычное стремление удешевить строительство. Экономичность строитель-

ства должна учитывать также эксплуатационные затраты, восстановительные и ремонтные работы, оперативность их осуществления, повышение надежности нового строительства.

Используемые типы фундаментов недостаточно предотвращают негативные воздействия слабого основания на верхнее строение или имеют повышенную чувствительность фундаментных устройств и всего сооружения в целом к неравномерным осадкам и просадкам грунта основания. В существующей учебной и научной литературе по строительству особым грунтовыми условиям уделено недостаточно внимания, несмотря на ее важность, особенно для регионов, в которых мерзлые грунты широко распространены.

Библиографический список

1. Механика грунтов, основания и фундаменты: учеб. пособие / Алексеев С.И. Алексеев П.С. – М.: ФГБОУ «Учебно – методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 332 с.

2. Турдагина, Ю. П. Винтовые сваи в вечномерзлых грунтах // Молодежь и наука: сборник материалов X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края [Электронный ресурс]. - Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2014. - Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2014/directions.html>, свободный.

3. Справочник по строительству на вечномерзлых грунтах. / Под ред. Ю.Я. Велли, В.И. Докучаева, Н.Ф. Федорова. – Л., Стройиздат, Ленингр. отд – ние, 1977 г. – 552 с.

4. Рекомендации по устройству свайных фундаментов в вечномерзлых грунтах. / под ред Д.И. Федоровича. – НИИОСП им. Н.М. Герсеванова, М., 1985 г. – 41 с.

УДК 725.573:721.012

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТСКОГО САДА

Петрич Н.И.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: nikitospetrich@mail.ru*

В статье рассматриваются особенности проектирования детского сада. Проектирование детских дошкольных учреждений имеет свои особенности, которые обязательно должны быть отражены в проекте.

Ключевые слова: детский сад, проектирование, благоустройство территории, отделочные материалы, пожарная безопасность, функционально-планировочная схема.

Здания детских садов или дошкольных образовательных учреждений возводятся повсеместно. В своде правил перечислены требования, которые позволяют создавать безопасную и удобную среду для пребывания детей в здании и на прилегающей территории.

На сегодняшний день основные документы при проектировании детских садов – это СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения», СанПиН 2.4.1.3049-13 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций» и СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».

Требования, предъявляемые к дошкольным учреждениям можно разделить на несколько групп:

- требования к размещению на выделенном земельном участке;
- требования к благоустройству территории;
- требования к функционально-планировочному зонированию групп и участков;
- требования к пожарной безопасности;
- требования к инженерному оборудованию и отделочным материалам;
- требования к энергоэффективности здания.

Чаще всего в условиях городской застройки встречаются типовые проекты детских садов, в которых используются привычные блок-секции с объединенным входом на 2-3 группы. Типовые проекты полностью учитывают требования сводов правил и легко адаптируются под конкретные условия, что существенно снижает стоимость проектных работ.

Проекты частных детских садов, которые возводятся на денежные средства частного инвестора, отличаются большим разнообразием проектных решений. Чаще всего их объемно-планировочные решения демонстрируют совершенно другой подход к видению дошкольного образовательного учреждения, что является их конкурентным преимуществом. Поэтому в разработку таких проектов вкладываются большие объемы денежных средств.

Функционально-планировочная схема – это чертеж, который позволяет выявить те помещения, которые должны находиться рядом друг с другом, а также определить нежелательное соседство, например, помещения с разным шумовым режимом. На рисунке 1 приведен пример функционально-планировочной схемы для детского сада.

Рассмотрим основные этапы проектирования детских садов:

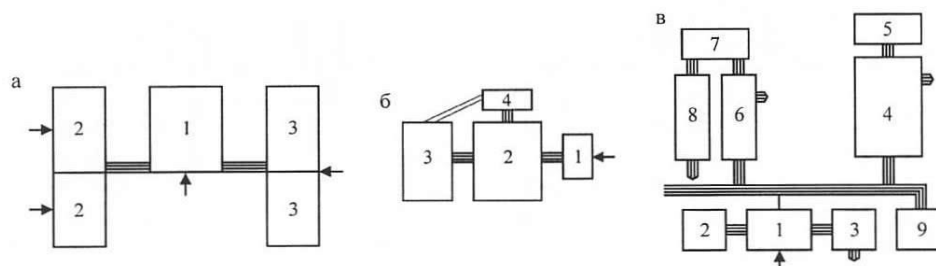
- анализ исходных данных, технического задания заказчика, типа дошкольного образовательного учреждения и его специфики;
- оценка пятна застройки;
- расчет основных требуемых площадей согласно нормативам исходя из количества групп и детей в группе;
- разработка функционально - планировочной схемы для отдельных

групп и детского сада в целом;

– компоновка основных объемно-планировочных решений, фасадных решений в соответствии с нормативами, оценка соответствия гигиеническим параметрам;

– проектирование конструктивных решений, проведение первичной экономической оценки;

– согласование с заказчиком эскиза.



- а – обобщенная схема здания: 1 – административно-хозяйственный блок;
2 – группа яслей; 3 – группа сада; б – схема группы: 1 – раздевальная;
2 - групповая; 3 – спальня-веранда; 4 – туалетная; в – схема административно-
хозяйственного блока: 1 – вестибюль; 2 – кабинет заведующего;
3 - медицинская комната; 4 – кухня; 5 – кладовая; 6 – стиральная;
7 – гладильная; 8 – бельевая; 9 – подсобное помещение

Рисунок 1 – Функциональные схемы детского дошкольного учреждения

Проектируемая среда в первую очередь предназначена для маленьких детей, которые имеют отличные от взрослого человека антропометрические характеристики. Высота ступеней, уровень расположения перил, высота шкафчиков и столов, ширина проходов между кроватками и другие характеристики должны соответствовать детской эргономике.

К наиболее распространенным ошибкам при возведении здания детского сада можно отнести:

– Изыскательные. Неправильно или некачественно проведенные геологические исследования в месте будущего строительства здания могут привести к большим неприятностям. Требуется досконально учитывать свойства почвы, грунтовые воды и т. д.

– Проектные. Проектная документация – база будущего здания. Здесь ошибки бывают самые разные: от неверного выбора материалов до просчета с климатическими свойствами.

– Строительно-монтажные. Причины данных ошибок также разные – несоблюдение технологий, низкая квалификация бригады и т.д.

Библиографический список

1. Загвоздкин В.А. Детский сад в созвучии с природой ребенка. – СПб. – Москва: Деметра – Народное образование, 2005. – 160 с.
2. Калинина К. Порядок проектирования детского сада // Образовательный портал «Справочник». — Дата последнего обновления статьи: 17.12.2021. — URL https://spravochnick.ru/arhitektura_i_stroitelstvo/

poruyadok_proektirovaniya_detskogo_sada/ (дата обращения: 18.04.2022).

3. Рекун Т.А. Детский сад как объект проектирования современной городской среды // Международный студенческий научный вестник. – 2019. – № 4.; URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=19701> (дата обращения: 15.04.2022).

4. Харченко Л.Н. Современные тенденции в проектировании детских дошкольных учреждений [Текст] // Градостроительство, архитектура, искусство и дизайн: тез. докл. междунаро. науч.-практ. конф., 6 – 9 октября 2009 г. – Ростов н/Д: Ин-т архит. и иск-в, 2009. – С.352-355.

5. Матвеев А.А. Знания – основа качества и безопасности в строительстве. Новые строительные технологии 2010: сб. науч. тр. / СибГИУ. Новокузнецк, 2010.

6. Бизунов А.В., Матвеев А.А. Создание объемно – планировочных и конструктивных решений в сфере детских садов с учетом сейсмических особенностей. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017.– Вып. 21.– Ч. V. Технические науки.– 390 с., ил.–161, таб.–34. – С. 163 – 167.

7. Сакеян А.В., Матвеев А.А. Ошибки при проектировании строительных конструкций. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2019. – Вып. 23. – Ч. VIII. Технические науки. – 265 с., ил.–138, таб.–12. – С. 146 – 147.

УДК 624.07:69.07:725

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТИПА «КАНСК»

Тихонов М.Д.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: Mtihonov122@gmail.com*

В статье рассматриваются решения проектирования здания с конструкцией типа «Канск». Из конструкций типа «Канск» изготавливают одноэтажные, отапливаемые, бескрановые, однопролетные, прямоугольные в плане здания с размером в осях 24x36, 24x48 и 24x60 м (допускается блокирование зданий по длине в любом сочетании).

Ключевые слова: здание, конструкция, каркас, фонарь.

Здание ткацкого цеха относится к категории повышенной опасности.

Объемно-планировочное решение здания принимают в связи с назначением, технологическим процессом, требованиями электро- и пожаро- безопасности, учетом климатических условий строительства (рисунки 1 и 2).

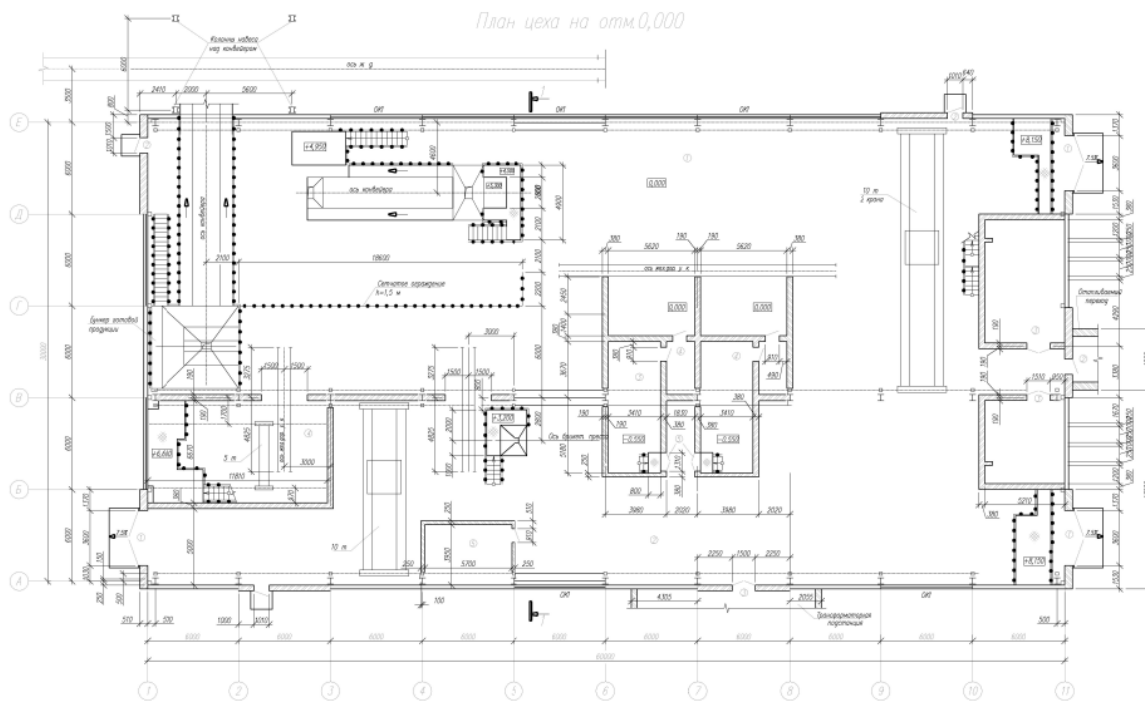


Рисунок 1 – План здания

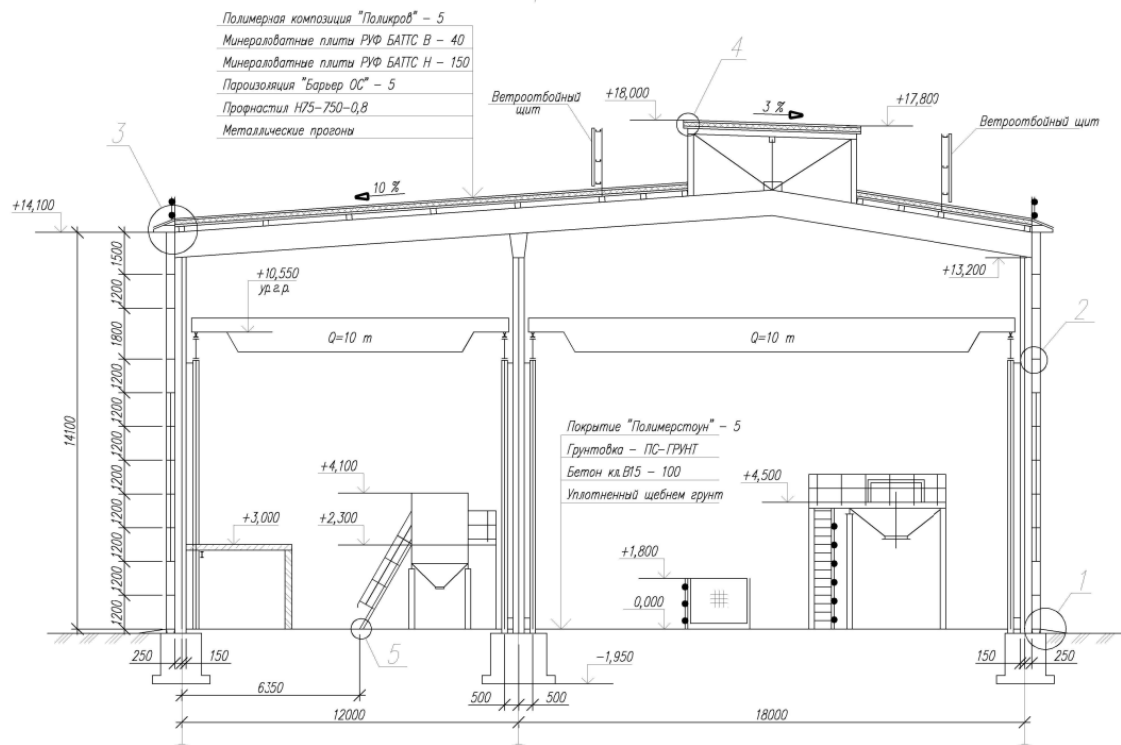


Рисунок 2 – План поперечного разреза

Проектная документация зданий с каркасом типа «Канск» допускает использование конструкций в различных климатических районах.

В районах по скоростному напору ветра – I – IV при наличии мостовых кранов и без кранов для многопролетного здания всех высот и однопролетных зданий высотой $H=9\text{м}$; I-III для однопролетных зданий высотой $H=10,2\text{м}$.

В районах по весу снегового покрова в I-V.

В несейсмических районах и с сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов (при сейсмичности 9 баллов строительство зданий высотой $H=4,8$ и 6м на грунтах категории III не допускается).

В районах с расчетной температурой -60 град. С и выше.

Допустимая разница осадок фундаментов смежных колонн ряда и рам составляет 30 мм.

Здания могут быть однопролетными и многопролетными; бесфонарными и с зенитными фонарями.

Без перепада высот с пролетами 18 и 24 м, с высотой зданий 4,8; 6; 7,8; 9 и 10,2 м при шаге колонн 12 м, при этом продольный фахверк выполняется без промежуточных стоек с ригелями пролетом 12 м.

В торцах здания рамы отсутствуют, устанавливаются только колонны крайних рядов. На этом участке покрытие опирается на колонны крайних рядов и на стойки торцевого фахверка, располагаемого с шагом 9 и 12 м.

Продольная жесткость каркаса достигается за счет вертикальных связей по каждому ряду колонн. Поперечная жесткость обеспечивается поперечными рамами с колоннами, шарнирно опертыми на фундаменты и жестко защемленными в ригели.

Металлоконструкции каркасов типа "Канск" предусматривают возможность размещения мостовых кранов грузоподъемностью 5, 10 и 20 т (группы режима кранов 3К-5К), а также подвесных кранов грузоподъемностью 1-3,2 т.

Стальной профилированный настил (профлист) используется одновременно и как горизонтальный жесткий диск покрытия.

Прогоны запроектированы в виде тонкостенных сварных двутавровых балок со стенкой высотой 500 мм, толщиной 3 - 3,5 мм и длиной 12 метров. Опираение прогонов на ригели осуществлено в одном уровне.

Колонны выполнены из широкополочных двутавровых прокатных балок.

Библиографический список

1. Электронный ресурс.- Режим доступа: <http://www.smk-els.ru/article/article3.html>.

2. Распопин Н.И., Матвеев А.А. Особенности проектирования каркасов промышленных зданий с использованием расчетных программных комплексов. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Эглит М.А.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

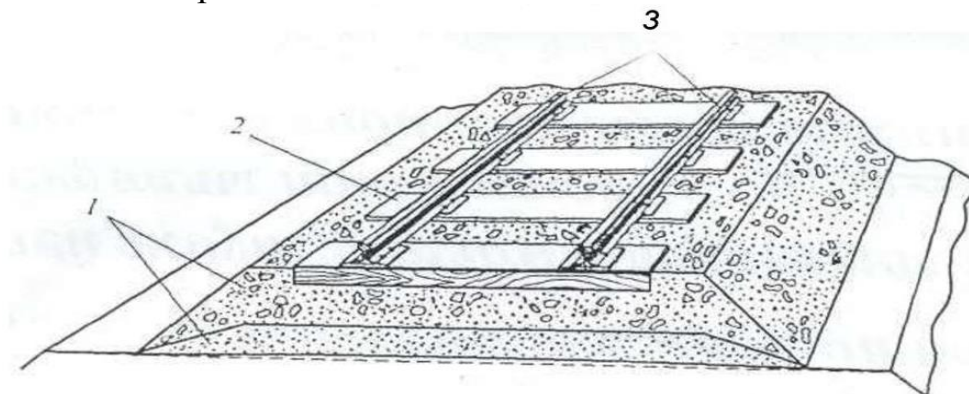
*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: eglit.maks02@mail.ru*

В статье рассматриваются решения проектирования железнодорожного строения пути. Железнодорожный путь – это комплекс инженерных сооружений, предназначенный для безопасного пропуска по нему поездов с установленной скоростью. От состояния пути зависит непрерывность и безопасность движения поездов, а также эффективность использования технических средств железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: верхнее и нижнее строение железнодорожного пути.

Железнодорожный путь состоит из верхнего строения пути (рельсы, стрелочные переводы, подрельсовое основание со скреплениями и балластная призма) и нижнего строения пути (земляное полотно, водоотводные и искусственные сооружения). Для пропуска через железнодорожные пути автономных и других транспортных средств устраиваются переезды и путепроводы соответственно в одном или разных уровнях, а для прохода пешеходов – пешеходные мосты и дорожки, пешеходные тоннели.

Верхнее строение пути (ВСП) – элемент железнодорожного пути, под которым размещается нижнее строение пути. К верхнему строению пути относятся балластный слой, шпалы и рельсы со скреплениями (рисунок 1). Верхнее строение пути предназначено для восприятия нагрузок от подвижного состава, передачи их на земляное полотно и искусственные сооружения, а также для направления движения подвижного состава.



1 – балластный слой, 2 – шпалы, 3 – рельсы со скреплениями

Рисунок 1 – Верхнее строение пути

Балластный слой – элемент верхнего строения железнодорожного пути, служащий для равномерного распределения давления от шпал по основной площадке земляного полотна или другому основанию, удержания шпал от сдвига и для обеспечения упругого взаимодействия пути и железнодорожного подвижного состава.

Нормативные допуски балластной призмы представлены на рисунке 2.

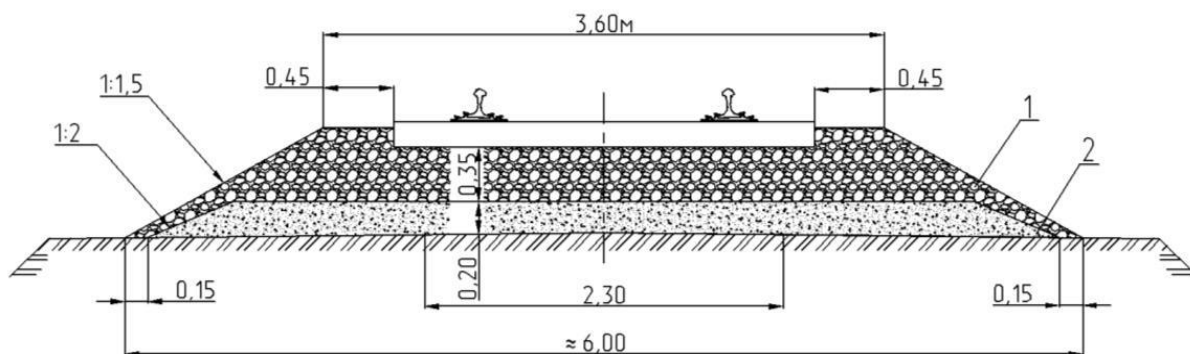


Рисунок 2 – Нормативные допуски балластной призмы

Шпалы – опоры, воспринимающие под поездной нагрузкой вертикальные, боковое и продольные усилия от рельсов и стрелочных переводов, которые равномерно распределяют их на большую площадь и передают на балласт. Кроме того, они обеспечивают связь между рельсовыми нитями. Шпалы бывают деревянные или железобетонные (рисунок 3).

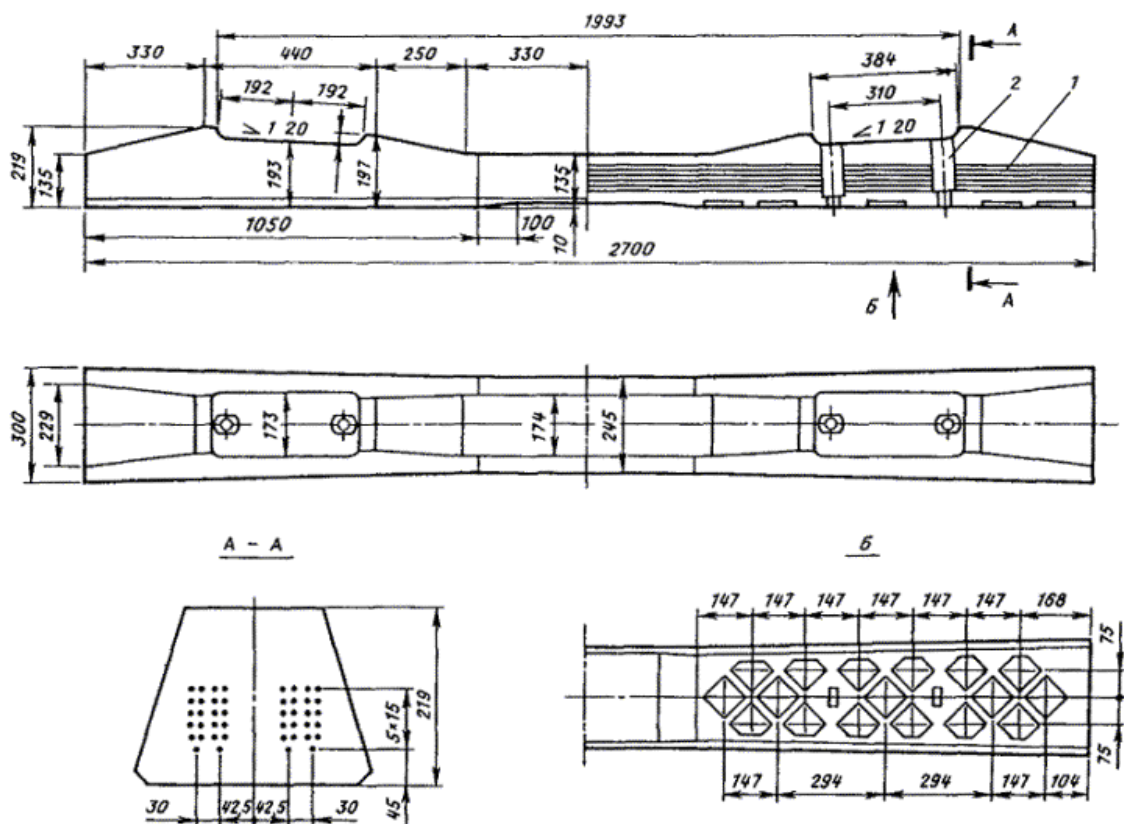


Рисунок 3 – Конструкция железобетонной шпалы

Производственные технологии обеспечивают эксплуатационные свойства изделий. Они должны отвечать следующим требованиям:

- бетонный раствор должен иметь однородную консистенцию;
- необходимая прочность материала для требуемой передачи силы напряжения;
- соблюдения размеров и форм, имеющих большое значение при соединении шпал и рельсов.

При производстве изделий используют бетон класса В40 с показателем морозостойкости не меньше F200. Заполнитель – щебень или гравий с размером фракций от 5 до 20мм.

Рельсовые крепления – деталь, прикрепляющая рельсы к подрельсовому основанию (шпалам) или соединяющая рельсы между собой. Рельсовые крепления играют важную роль в определении геометрических параметров, пространственной жесткости и общей надежности колеи. Рельсовые крепления имеют разное конструктивное решение (рисунок 4).



Рисунок 4 – Рельсовое крепление СМ – 1

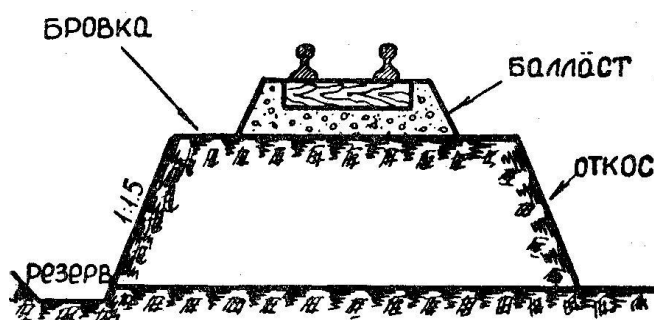


Рисунок 5 – Нижнее строение пути

Нижнее строение пути – элемент железнодорожного пути, на котором размещается верхнее строение пути (рисунок 5). К нижнему строению пути относятся земляное полотно (насыпи, выемки, полунасыпи, полувыемки) и некоторые искусственные сооружения. Мостами называют искусственные

сооружения, предназначенные для пропуска железнодорожных путей через реки или другие водотоки. Элементы поперечного профиля земляного полотна железнодорожного пути представлены на рисунке 6.



Рисунок 6 – Поперечный профиль земляного полотна железнодорожного пути

Забанкетная канава – углубление между банкетом и откосом кавальера, собирающие и отводящее от выемки атмосферную воду. Глубина и ширина по дну забанкетной канавы составляет не менее 30 см; крутизна откосов в зависимости от грунта - 1:1 или 1:1,5; уклон дна устраивается по уклону местности, но не менее 0,005.

Нагорная канава – продольный водоотвод в выемке, устраиваемый с верхней стороны на участках поперечным уклоном более 1,5 м в сторону железнодорожного пути (при меньшем уклоне устраивается с двух сторон). Нагорная канава перехватывает воду, стекающую по косогору, и отводит ее к ближайшему водопропускному сооружению или в пониженные места рельефа.

Кювет – водоотводная канава в выемке, расположенная по обе стороны основной площадки земляного полотна, служит для сбора воды с откосов выемки и с пути. Кювет имеет, как правило, трапециевидальное сечение шириной по дну (после укрепления) 0,4 м и глубиной 0,6 м. Крутизна откосов кюветов со стороны пути не более 1:1,5 м; полевые откосы имеют ту же крутизну, что и откосы выемки. Продольный уклон кювета обычно равен уклону пути, но не менее 0,002, а в районах с суровым климатом и избыточным увлажнением – не менее 0,003. Если путь в выемке расположен на площадке или имеет уклон менее 0,002, то кювет устраивают с уклоном 0,002 в обе стороны от водораздела, где его глубину уменьшают на 0,2 м. На выходе из выемок кюветов плавно отводят от земляного полотна в лога или путевые резервы.

Библиографический список

1. Железнодорожное строительство: Технология и механизация / С. П. Першин, М. А. Зензинов, Н. А. Фищук, Г. Н. Шадрин; Под ред. С. П. Першина. - М.: Транспорт, 1991. - 399 с.
2. Жинкин Г. Н., Луцкий С. Я., Спиридонов Э. С. Строительство железных дорог. - М.: Транспорт, 1995. - 208 с.

3. Грицык В. И., Жинкин Г. Н. и др. Строительство железных дорог / Под ред. В. И. Грицыка - М.: УМК МПС, 1999. - 384 с.

4. Пособие строительному мастеру и производителю работ по сооружению земляного полотна / В. П. Чернавский, М. А. Шубин и др.; Под ред. В. П. Чернавского. - М.: Транспорт, 1977. - 265 с.

УДК 691.328.1:69.07

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА В Г. ТОМСКЕ

Синкина К.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: butova.xen@yandex.ru*

В данной статье рассматривается выбор наиболее оптимального конструктивного решения плиты перекрытия девятиэтажного панельного жилого дома.

Ключевые слова: плита перекрытия, приведенные затраты, арматура.

Плита перекрытия – это железобетонное изделие, применяющееся в качестве основного несущего элемента каркаса здания как жилого, так и общественного назначения. В основном состоит из арматуры и бетона.

В первую очередь было произведено сравнение экономической эффективности по двум вариантам:

- 1) сплошная плита перекрытия;
- 2) плита перекрытия с круглыми пустотами.

В результате расчета наиболее целесообразным, с точки зрения экономики, в принятых условиях является вариант 1 – сплошная плита перекрытия и экономическая эффективность по сравнению со 2 вариантом составляет 0,12 %.

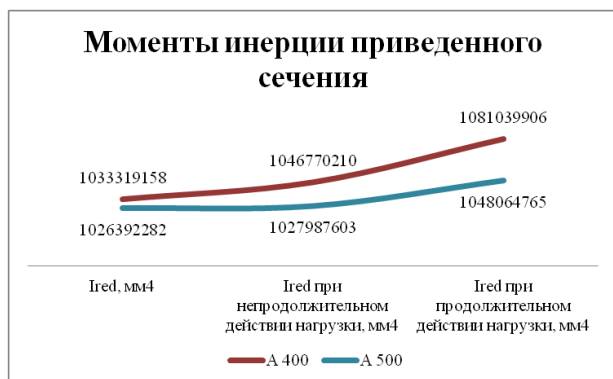
Вторым этапом оптимизации было произведено сравнение двух вариантов армирования (арматура А400 и А500) с помощью двух видов расчета:

- расчет плиты перекрытия по типу плиты, опертой по контуру;
- расчет плиты перекрытия по типу балки на двух опорах.

Представим результаты расчетов в виде диаграмм и сравним по некоторым показателям.

Согласно расчета плиты перекрытия по типу плиты, опертой по контуру для арматуры А400 и А500 – несмотря на показатели моментов инерции приведенного сечения, рассмотренные для сравнения, арматура А500 дает меньшие значения, однако по показателям трещиностойкости и прогибов арматура А400 является наиболее оптимальным вариантом, который и рекомендуется для дальнейшего применения.

Расчет плиты перекрытия
по типу плиты, опертой по контуру



Расчет плиты перекрытия
по типу балки на двух опорах

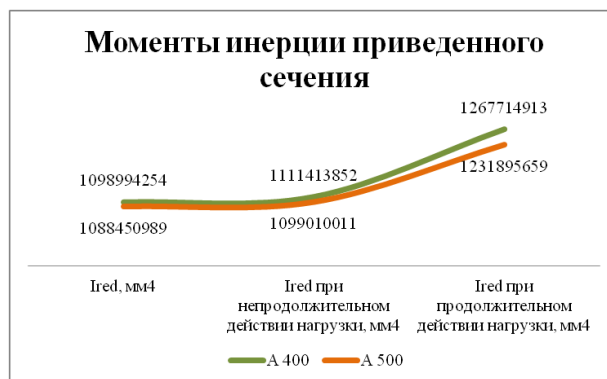


Рисунок 1 – График изменения моментов инерции приведенного сечения

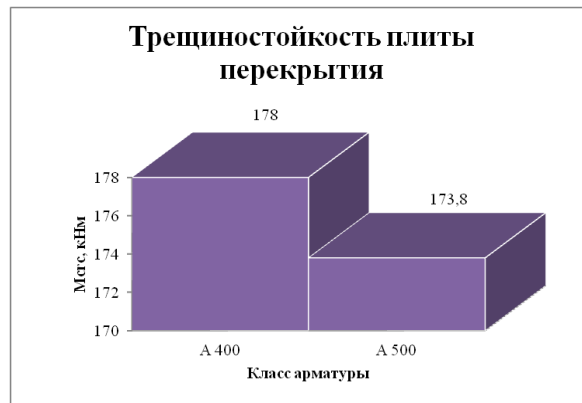
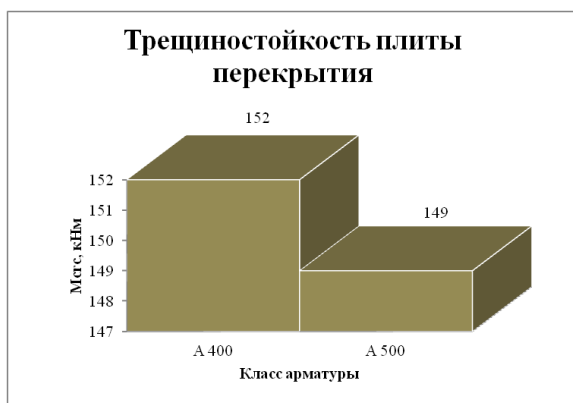


Рисунок 2 – Сравнение трещиностойкости плиты перекрытия в зависимости от класса арматуры

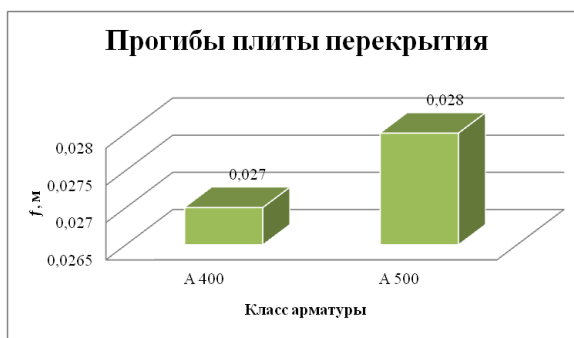
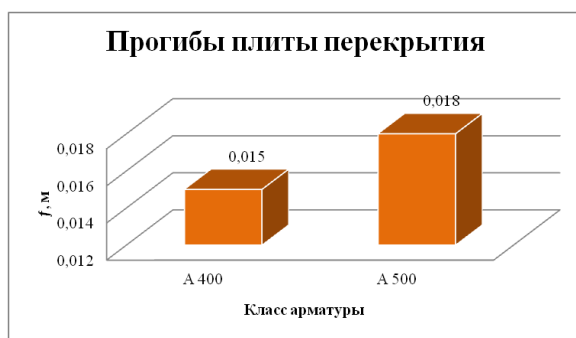


Рисунок 3 – Сравнение прогибов плиты перекрытия в зависимости от класса арматуры

Так же был произведен расчет плиты как балки на двух опорах для арматуры А400 и А500 – по результатам которого арматура А500 имеет меньшие показатели моментов инерции, чем арматура А400, но большие прогибы и меньшую трещиностойкость, в результате чего к дальнейшему применению рекомендуется арматура А400.

При проведении данных расчетов, в обоих вариациях, показатели прогиба и трещиностойкости не превысили нормативных значений.

Проведем сравнительный анализ двух вариантов расчета для арматуры А400.



Рисунок 4 – График изменения моментов инерции приведенного сечения в зависимости от типа расчета

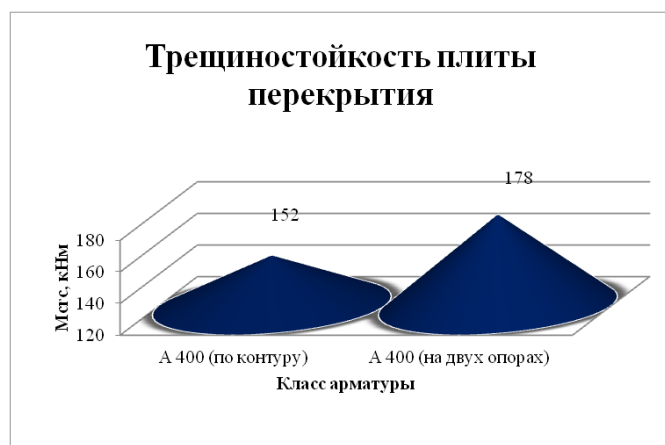


Рисунок 5 – Сравнение трещиностойкости плиты перекрытия в зависимости от вида расчета

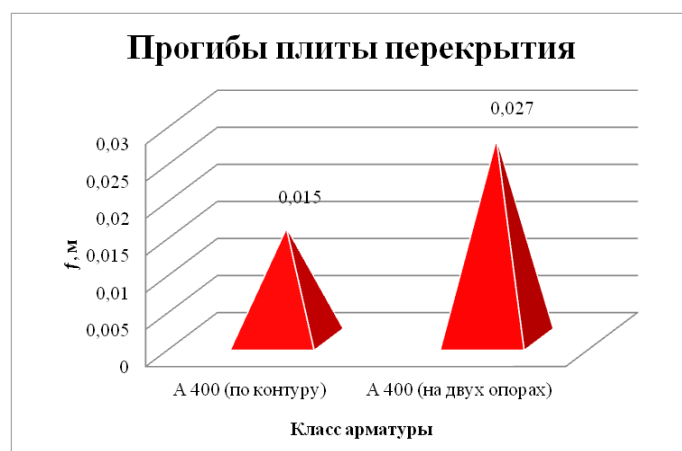


Рисунок 6 – Сравнение прогибов плиты перекрытия в зависимости от вида расчета

Исходя из представленных данных следует, что:

- момент инерции для варианта расчета плиты, опертой по контуру принимает меньшие значения;
- показатели трещиностойкости плиты, как балки на двух опорах, выше, чем у альтернативного варианта решения;
- прогибы плиты перекрытия, как плиты опертой по контуру, ниже, чем плиты, рассчитанной как балка на двух опорах.

Оптимальным для дальнейшего применения следует принять вариант расчета плиты, опертой по контуру, в котором, в свою очередь, принимается меньший диаметр арматуры, что также является наиболее экономически эффективным решением.

Библиографический список

1. СП 376.1325800.2017. Жилые здания и помещения для временного проживания. Правила проектирования [Электронный ресурс]. – Введ. 02.06.2018. – Москва: ТК 465 «Строительство», 2017 // Техэксперт: информационно-справочная система. – Электронные данные. – Москва, 2019. – Режим доступа : компьютерная сеть СибГИУ.
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия [Электронный ресурс]. – Введ. 04.06.2017. – Москва: ТК 465 «Строительство», 2016 // Техэксперт: информационно-справочная система. – Электронные данные. – Москва, 2019. – Режим доступа : компьютерная сеть СибГИУ.
3. СП 356.1325800.2017. Конструкции каркасные железобетонные сборные многоэтажных зданий. Правила проектирования [Электронный ресурс]. – Введ. 14.06.2018. – Москва: ТК 465 «Строительство», 2017 // Техэксперт: информационно-справочная система. – Электронные данные. – Москва, 2019. – Режим доступа : компьютерная сеть СибГИУ.
4. А.Б. Голышев. Проектирование железобетонных конструкций [Текст] : справочное пособие / А.Б. Голышев [и др.] – Киев : Будівельник, 1990 / 1985. – 544 с.
5. Кувалдин А.Н. Примеры расчета железобетонных конструкций зданий [Текст] / А.Н. Кувалдин, Г.С. Клевцова. – 2-е изд. – Москва : Стройиздат, 1979. – 412 с.
6. Гаевой А.Ф. Курсовое и дипломное проектирование промышленных и гражданских зданий [Текст] : учебное пособие / А.Ф. Гаевой, С.А. Усик – Ленинград : Стройиздат, 1987. – 264 с.

ГЛАВНЫЙ КОРПУС ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ В БЕЛОВСКОМ РАЙОНЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Боровских С.Р.

Научные руководители: доцент Музыченко Л.Н., доцент Буцук И.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, email: inno4kanvkz@mail.ru*

Представлены результаты разработки объемно-планировочного и конструктивного решения главного корпуса обогатительной в Беловском районе Кемеровской области.

Ключевые слова: промышленное здание, конструкции, сопряжение, сварные швы, болты, отправочная марка, расчет.

Все, чем богат человек, добывается из недр земли. Полезные ископаемые – составляют материальную основу, сырье промышленного производства.

Кузнецкий угольный бассейн – один из самых крупных угольных месторождений в мире. Занимает большую часть территории Кемеровской области в Западной Сибири (в ее южной части) (см. рисунок 1). Общая площадь территории составляет 26,7 тыс. км².

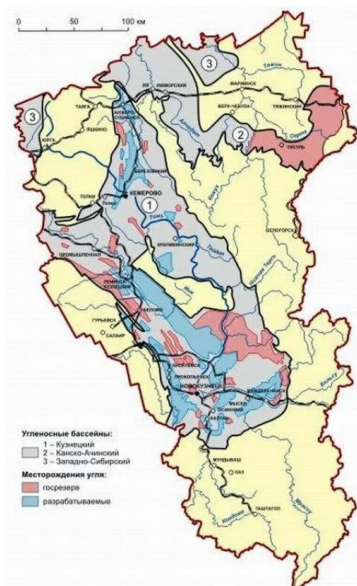


Рисунок 1 – Схема угленосности Кемеровской области

Кузбасс - один из наиболее инвестиционно привлекательных регионов России. Здесь добывают более половины угля в России, в том числе около 56 % добычи каменных углей и 80% коксующегося угля, используемого в металлургии.

Уголь – важный природный ресурс, прежде всего, благодаря своей энергетической ценности. В первозданном виде уголь непригоден для даль-

нейшего использования, поэтому его надо отделять от ненужных минеральных компонентов в горной массе. Процесс разделения называется *обогащением*.

Поэтому современная угольная промышленность России развивает такую подотрасль, как обогащение угля. Каждый год в разных угольных регионах страны запускаются новые углеобогащательные предприятия, начинается их строительство или модернизация.

Обогащательная фабрика – предприятие, входящее в цепочку предприятий горной промышленности, осуществляющее первичную переработку твердых полезных ископаемых, поступающих с места добычи с целью получения технически ценных продуктов, пригодных для промышленного использования.

Фасад промышленного здания представлен на рисунке 2.

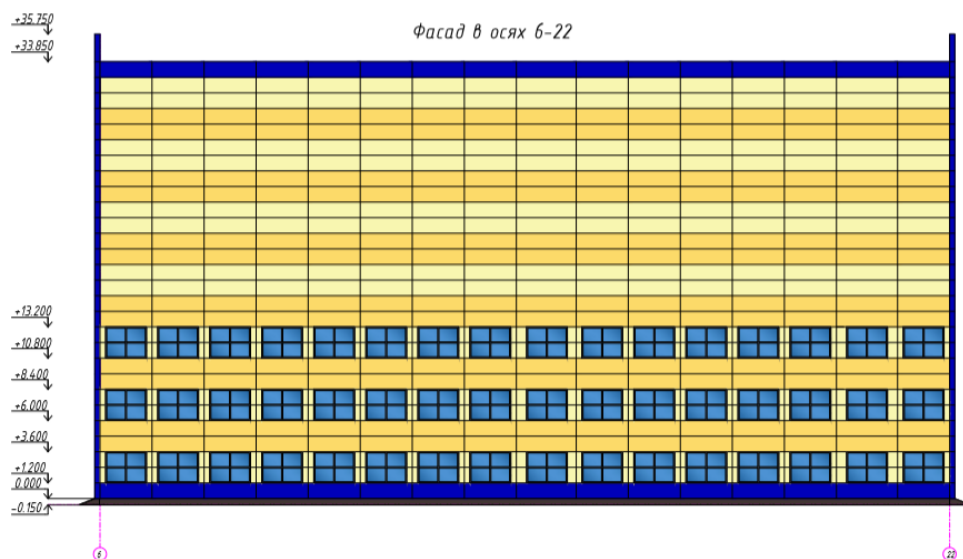


Рисунок 2 – Фасад в осях 6-22

Данное сложное многофункциональное предприятие горной промышленности оснащено большим количеством высокомеханизированного и автоматизированного оборудования, работающего в сложных условиях. Это позволяет эффективно обогащать угли различных марок, что делает предприятие универсальным и независимым от сырьевой базы. На выходе получится высококачественный концентрат премиум- класса.

Производственный корпус представляет собой 2-х пролётное одноэтажное здание с металлическим каркасом, размеры которого в плане составляют 96x72 м (рисунок 3). Здание оборудовано внутрицеховым транспортом - мостовыми электрическими кранами, по два крана в каждом пролёте. Грузоподъемность кранов составляет $Q_1=500/100$ кН, $Q_2=100$ кН. Режим работы кранов 7К.

Высота от чистого пола до низа несущих стропильных конструкций в осях А-Ж составляет 30,900 м, в осях Ж-П 21,900 м (рисунок 4).

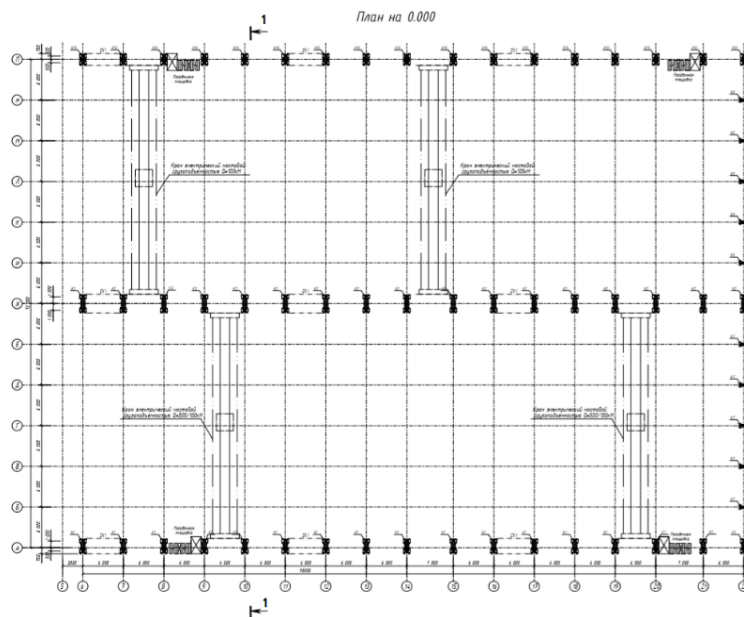


Рисунок 3 – План на отметке 0.000

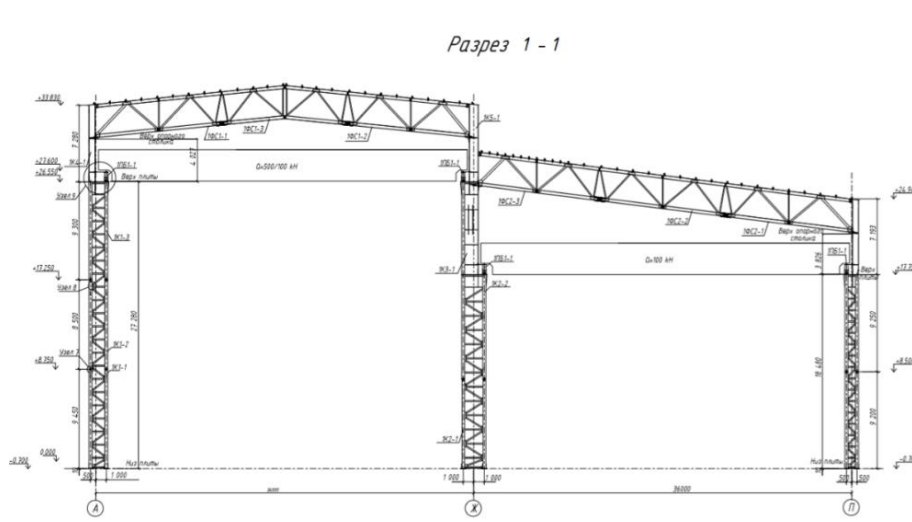


Рисунок 4 - Поперечный разрез

Устойчивость каркаса в поперечном направлении обеспечивается самой рамой: жестким защемлением колонн в фундаментах и жестким диском покрытия.

Устойчивость здания в продольном направлении обеспечивают вертикальные связи между колоннами в осях 6-7,11-12,16-17 (см. рисунок 5). Вертикальные связи по колоннам выполнены из гнутого замкнутого сварного профиля коробчатого сечения. Наружные стены выполнены из стальных трехслойных панелей типа «Сэндвич», состоящих: из двух листов волнистого профиля с утеплителем (маты типа URSA 2 слоя) толщиной $t=60$ мм, принятого на основе теплотехнического расчета.

В качестве несущего элемента кровли принят стальной профилированный оцинкованный настил, укладываемый по прогонам. Прогоны - решётчатые, сложного сечения, пролётом 6 м.

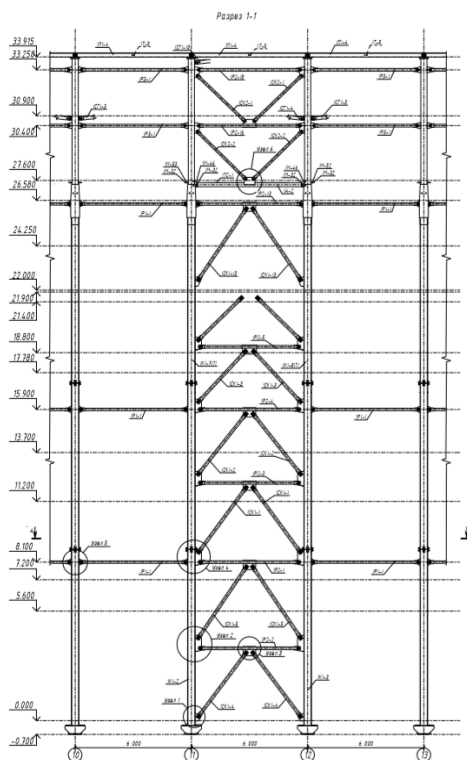


Рисунок 5 – Продольный разрез

Так как промышленное здание оборудовано мостовыми кранами, то предусмотрены подкрановые балки, опорами которых являются уступы ступенчатой колонны. Они придают зданию дополнительную пространственную жесткость.

Колонны каркаса ступенчатого типа. Шаг колонн в связи с технологическими особенностями производства принят переменный от 6 до 7 м. Для крепления стеновых панелей в торцах здания предусмотрены стойки фахверка, выполненные из двутавров с параллельными гранями полок, шаг 6 м.

Сопряжение колонн с ригелем жесткое, осуществляется с помощью накладки, приваренной к колонне сверху и уголком, который крепится к колонне на сварке.

Жесткое сопряжение колонны с фундаментом осуществляется с помощью анкерных болтов, замоноличенных в фундамент на глубину 1200 мм, проходящих через анкерные плитки, которые крепятся к траверсам монтажными швами, в последующем узел бетонируется.

В данном проекте применен метод вариантного проектирования, который позволяет определить оптимальный состав конструкций покрытия как с экономической, так и с конструктивной точки зрения.

В качестве несущих конструкций рассмотрены два варианта проектирования конструкций:

1. Балка составного сечения;
2. Ферма с параллельными поясами.

Сравнительный анализ показал, что затраты рассматриваемых конструкций составляют:

1. Балка 36 м - вес одной конструктивной единицы 9 854,91 кг – приведенные затраты составили - 9 815 161,59 рублей.

2. Ферма 36 м - вес одной конструктивной единицы 8 413,8 кг – приведенные затраты составили - 8 350 064,37 рублей.

По результатам сравнительного анализа затрат, стропильная ферма обладает лучшими технико-экономическими показателями по сравнению с балкой, поэтому в качестве несущих конструкций покрытия выбираем фермы.

Фундаменты – свайные с монолитным железобетонным ростверком, основанием которых служит суглинок в полутвердом состоянии.

Все составляющие промышленного объекта полноценно отражены в трехмерной модели с использованием ПО для информационного моделирования (BIM) Tekla Structures (рисунок 6). Созданная модель легко позволяет оценить достоинства и недостатки проектируемых конструкций, а также рассчитать затраты на строительство объекта в стадии разработки проекта.

В проекте разработан стройгенплан на период монтажа. Элементы каркаса монтируются с помощью автокрана Liebherr LTM 1070 выбор которых произведен на основе технико-экономического обоснования. Разработан сетевой график производства общестроительных и специальных видов работ. Общая продолжительность строительства составила 8 месяцев. Максимальное количество рабочих в смену составило 35 человек.

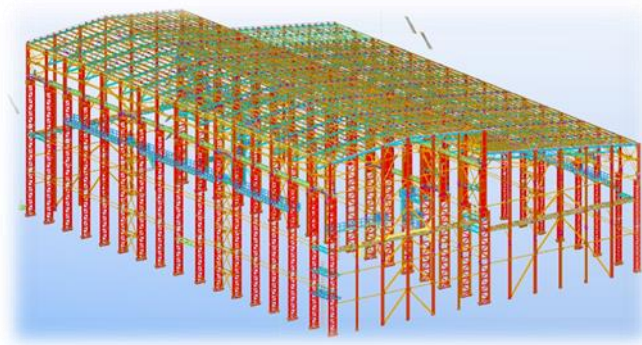


Рисунок 6 – 3D модель проектируемого объекта

Составлены: локальная и объектная сметы, сводный сметный расчет, а также определены технико-экономические показатели проекта.

Сметная стоимость СМР – 137 млн.610 тыс. руб.

Стоимость 1 м³ – 7'859 руб

Доля затрат на определённые виды работ представлены на рисунке 7. Принятые в проекте объемно-планировочные, конструктивные, технологические решения отвечают требованиям современного строительства по возведению производственных корпусов обогатительных фабрик. Расчеты выполнены в соответствии с действующими нормативными документами и технической документацией. Принятый поточный метод выполнения строительно-монтажных работ дает возможность сократить сроки строительства и получить дополнительный экономический эффект от досрочного ввода производственного корпуса в эксплуатацию.

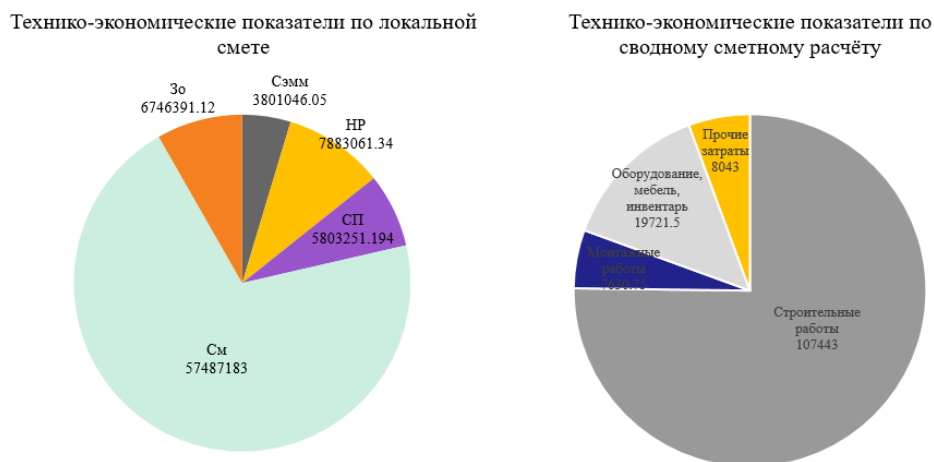


Рисунок 7 – Диаграммы технико-экономических показателей

Библиографический список

1 Металлические конструкции. Общий курс [Текст] : учебник для вузов / Е.И. Беленя [и др.] ; под общ. ред. Е.И. Беленя. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1986. – 560 с;

2 СП 16.13330.2017. «Стальные конструкции». М. 2017г. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*; введ. 28-08-2017 // Техэксперт : информационно-справочная система. Электронные данные. – Москва, 2017. Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та;

3 СП 20.13330.2016. «Нагрузки и воздействия». М. 2017г. Актуализированная редакция СНиП 2.01.078-85*; введ. 04-06-2017 // Техэксперт : информационно-справочная система. Электронные данные. – Москва, 2016. Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

4. Музыченко Л.Н., Буцук И.Н., Мешкова А.В. Особенности проектирования реконструкции производственных корпусов предприятий в условиях низких температур. Автоматизация, проблемы, идеи, решения: сборник статей Международной научно – практической конференции 8 сентября 2018 г – Стерлитамак: АМИ, 2018, с 18-20.

5. Музыченко Л.Н., Боброва Е.А. Легкие металлоконструкции в каркасах одноэтажных промышленных зданий Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Труды Всероссийской научно -практической конференции (с международным участием) 8 -10 октября 2019г. под общ. ред. Столбоушкина А.Ю., Матехиной О.В., Алешиной Е.А., Благиных Е.А.; СибГИУ – Новокузнецк, 2019г. –352с. – С. 275 -276

6.Музыченко Л.Н., Буцук И.Н., Гараева С.Р. Строительство главного корпуса обогатительной фабрики ООО «Шахты №23» в Кемеровской области. Наука и молодежь: Проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 19-21 мая 2020г./под общ. ред. Темлянцева М.В.; СибГИУ – Новокузнецк, 2020. – Вып. 24. Ч. V Технические науки – 329с. - С. 293 -298.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ И УСИЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Курушина Е.А.

Научные руководители: доцент Музыченко Л.Н., доцент Буцук И.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, email: inno4kanvkz@mail.ru*

В статье рассмотрены основные мероприятия по защите древесины от горения, гниения, а также приведены способы усиления различных видов конструкций под нагрузкой.

Ключевые слова: древесина, усиление, повреждение, антисептики, деревообработка.

Дерево в качестве строительного материала применяется с древнейших времен. Этому способствовало наличие лесов, легкость обработки и транспортировки деревянных элементов к месту строительства. Кроме того, древесина обладает хорошими конструкционными качествами — значительной прочностью и упругостью при сравнительно небольшой массе. Применительно к нашей стране, в которой сосредоточены огромные лесные богатства, технико-экономическая целесообразность деревянного строительства не вызывала сомнений. Деревянные конструкции широко применяются в жилых, общественных и реже в промышленных зданиях.

К недостаткам деревянных конструкций относится их подверженность увлажнению, биоповреждению (гниению) и возгоранию. Поэтому актуальность темы имеет огромное значение при проектировании деревянных конструкций, также важна разработка мер по защите древесины от увлажнения, гниения и возгорания.

Биологический процесс разрушения деревянных конструкций можно сравнительно просто предотвратить путем их антисептирования или покрытия малыми дозами ядохимикатов.

Противогнилостная профилактика разрушения деревянных конструкций заключается в выборе их типа, правильном расположении слоев, которые могут загнивать, в прокладке пароизоляции со стороны помещений с высокой влажностью и в обеспечении воздушной прослойки у наружной поверхности конструкции; это проектная профилактика. Для предохранения деревянных конструкций от загнивания нужно осуществлять строительную профилактику, т.е. применять в периоды строительства и ремонта только воздушно-сухую, при необходимости антисептированную древесину, устранять источники увлажнения конструкций.

В ходе эксплуатации зданий надо принимать меры по эксплуатационной профилактике: не допускать застоя воздуха и увлажнения деревянных конструкций, своевременно ремонтировать кровлю, санитарно-технические устройства и другие элементы зданий, могущие стать причиной или источ-

ником увлажнения.

Для защиты деревянных конструкций применяются антисептики.

При обнаружении дереворазрушающих насекомых (древоточцев, жуков-точильщиков, термитов) древесина обрабатывается инсектицидами.

Если элементы заменяются легко, то их лучше изъять и сжечь, даже при небольшом поражении жучками-точильщиками.

Для защиты деревянных конструкций от возгорания на них наносятся огнезащитные покрытия.

Пропитка огнезащитными составами – антипиренами (диаммонийфосфатом, сульфатом аммония и борной кислотой) производится в заводских условиях под давлением или в горячехолодных ваннах.

Может производиться комбинированная защита древесины от возгорания и гниения. Для этого в огнезащитные составы добавляют антисептики (фтористый натрий и др.), не снижающие их огнезащитных свойств.

В основу разработки технической документации по усилению деревянных конструкций должны быть положены следующие принципы:

- обеспечение существующих габаритов помещений, исключение дополнительной установки стоек или подкосов (кроме временных на период производства работ);

- установка усиленных конструкций, которые должны полностью (либо частично) выполнять свои первоначальные функции, (в случае частичного усиления решается вопрос об уменьшении шага конструкций путем подведения аналогичных по очертанию новых конструкций);

- проведение работ по усилению без нарушения технологического режима здания, используя минимальную площадь «захватки» для производства работ;

- решения усиления для однотипных конструкций с одинаковыми деформациями должны быть унифицированы и отличаться лишь объемами работы;

- недопустима разработка вариантов временного усиления (на 2—3 года), допустимо только временное раскрепление;

- усиленные конструкции должны удовлетворять требованиям действующих нормативных документов на момент реконструкции.

Усиление деревянных балок и стропил чаще всего производится по их концам: концы балок, заделанные в кирпичные стены, загнивают при использовании сырой древесины, закупорке торцов, увлажнении балок влагой кирпичной кладки или атмосферными осадками и т.п.

Усиление стропильных ног и мауэрлатов может быть осуществлено одним из трех вариантов:

- с помощью *деревянных накладок* на стропильные ноги;

- *прутковыми протезами*;

- *деревянными балками*; путем *накладок и подбалки*.

Во всех вариантах кровля разбирается захватками, чтобы закончить работы в течение дня и не подвергнуть перекрытие воздействию возможных

атмосферных осадков. Ниже приведены характерные схемы усиления деревянных конструкций (рисунки 1-3).

Как показывают многочисленные поверочные расчеты, стропила в пролете между мауэрлатной балкой и подстропильной ногой с размерами сечения, подобранными по прочностным характеристикам, часто не проходили расчет на прогиб и приходилось увеличивать их высоту.

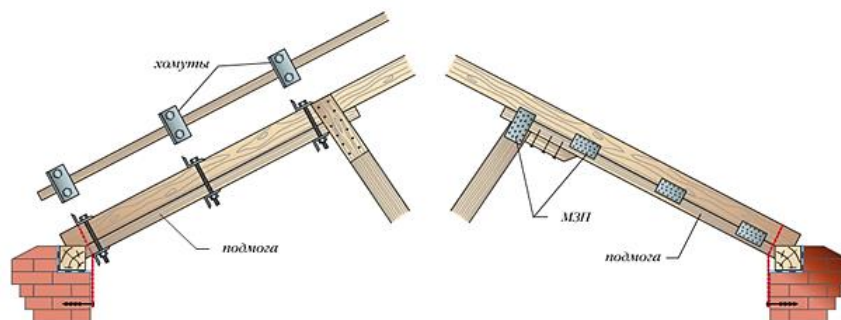


Рисунок 2 - Усиление стропильных ног подмогой

Изготовить стропильную ногу переменного сечения можно включением в нее дополнительной деревянной балки – подмоги. Подмогу крепят в пролете между мауэрлатом и подстропильной ногой, ее высотой подбирают высоту сечения стропила, чтобы оно проходило по расчету на прогиб. Крепят подмогу болтовыми хомутами или металлическими зубчатыми пластинами.

<p>Усиление опорного узла путем увеличения ширины стропила</p>	<p>Усиление низа стропильной ноги установкой дополнительных подкосов</p>

Рисунок 2 – Усиление узлов

В неразрезной стропильной ноге, как правило, возникает необходимость усилить узел ее опирания на подкос. По расчетной схеме в узле опирания на подкос возникает наибольший изгибающий момент. Если усиление не выполнить вовремя, впоследствии придется увеличивать сечение всей стропильной ноги. Прогиба в этом узле нет, поэтому можно увеличить не высоту стропила, а его ширину, путем закрепления двусторонних дощатых накладок. Ширина накладок подбирается при расчете сечения стропила на

максимальный изгибающий момент. Накладки крепятся гвоздевым боем, болтами или, как и в предыдущем случае, болтовыми хомутами. Если стропило уже усиливается подмогой, то ее нужно сделать длиннее и вывести край за узел опирания на покос. В этом случае решается сразу две задачи: усиление опорного узла и прогиба в пролете.

При реконструкции кровли под более крутой скат устанавливают новые стропила, сращивая их со старыми (если они не сгнили) дощато-гвоздевой перекрестной стенкой. Новые стропила могут быть введены, как поверх старых стропил, так и ниже их. Образующаяся при этом ферма обеспечивает не только новый уклон, но и повышенную жесткость стропильной конструкции. Этот метод позволяет не разбирать старую крышу и ускоряет работы, но и подкрышное пространство не увеличивает. Если целью изменения уклона скатов было устройство мансарды, то объем чердака останется прежним.

Иногда конец стропильной ноги подгнивает, опирание на мауэрлат получается ненадежным. В этом случае к нижнему концу стропильной ноги можно прикрепить дополнительные подкосы, которые упирают в ту же мауэрлатную балку или в дополнительный лежень.

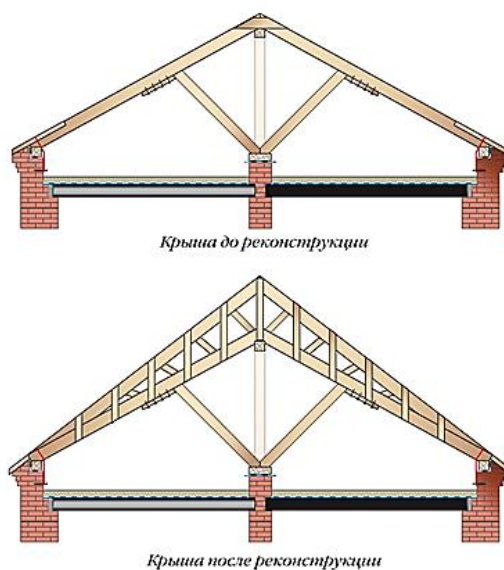


Рисунок 3 - Усиление стропил устройством дощато-гвоздевой фермы

Рекомендуется раздвигать нижние концы дополнительных подкосов – они обеспечивают лучшую устойчивость стропила. При наличии деревянных чердачных перекрытий недопустимо устройство парапетов, расположенных перпендикулярно скату стальной кровли.

Распространенным примером является загнивание концов балок в местах их заделки у парапетных стен. Недопустима также установка по направлению ската каких-либо сплошных рекламных щитов, способствующих образованию снеговых мешков.

В чердачных перекрытиях наблюдаются случаи загнивания балок при недостаточной толщине утепляющего слоя – образуется конденсат, увлаж-

няющий балки и накат. Причиной загнивания балок может быть также неправильная укладка пароизоляционного слоя в чердачном перекрытии, например, когда пароизоляционный слой у балок загнут кверху, из-за чего вдоль боковых поверхностей балок образовались пазухи, в которых происходит конденсация водяных паров (рисунок 4).

При укладке вентиляционных коробов в покрытии необходимо выполнять тщательную теплоизоляцию, чтобы теплый воздух из коробов не проникал в чердачное пространство и при минусовой температуре в чердачном помещении на внутренней поверхности стальной кровли не образовывался обильный конденсат, вызывающий сильное увлажнение балок и наката.

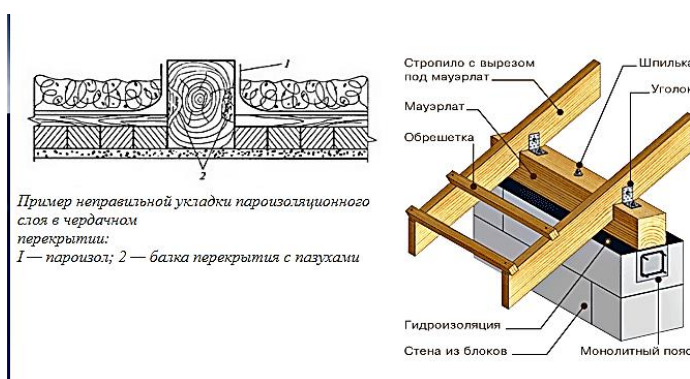


Рисунок 4 - Кровля

Библиографический список

1. Калугин А. В. Деревянные конструкции. Учебное пособие (конспект лекций). М.: Издательство АСВ, 2003.-224с., с илл.
2. Зубарев Г. Н. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по спец. «Промышленное и гражданское строительство». – 2-е изд. перераб. и доп.-М.: Высшая школа, 1990,-287 с.
3. Музыченко Л.Н., Буцук И.Н., Берг А.А. Ремонт и усиление деревянных конструкций зданий. Становление и развитие парадигмы инновационной науки в условиях современного общества: Сборник статей Международной научно -практической конференции. 5 июня 2018 г., Новосибирск, - Уфа, Аэтерна,2018г. – Ч.2 с 31 – 38.
4. Музыченко Л.Н. Буцук И.Н. Реконструкция деревянных зданий и сооружений. Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Труды Всероссийской научно -практической конференции (с международным участием) 18 -20 октября 2016г. под общ. ред. Зоря И.В., Столбоушкина А.Ю.; СибГИУ – Новокузнецк, 2016г. – Вып. 1 – 325с. – С. 263 -269
5. Музыченко Л.Н. Буцук И.Н. Усиление деревянных конструкций зданий и сооружений Технологии XXI века: Проблемы и перспективы развития. Сборник статей Международной научно - практической конференции 10 февраля 2016г./НИЦ АЭТЕРНА – Уфа, 2016. – С. 137 -142
6. Музыченко Л.Н. Буцук И.Н. Купольные дома в современном инди-

видуальном строительстве печатная Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Труды Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) 8-10 октября 2019г. под общ. ред. Столбоушкина А.Ю., Матехиной О.В., Алешиной Е.А., Благиных Е.А.; СибГИУ – Новокузнецк, 2019г. –352с. – С. 285-289.

УДК 692

КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ, МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

Курушина Е.А.

Научные руководители: доцент Музыченко Л.Н., доцент Буцук И.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: inno4kanvkz@mail.ru*

В данной статье рассматриваются процессы коррозионного повреждения металла, разновидности коррозии и коррозионных разрушений, а также способы защиты металла от коррозии.

Ключевые слова: коррозия, защита от коррозии, химическая коррозия, электрохимическая коррозия.

Коррозия приводит к изменению самых разнообразных свойств металла: потерям массы, механических, электрических, оптических, электрохимических свойств, состава и структуры, состояния поверхности.

Коррозия – это разрушение металла в результате его физико-химического взаимодействия с окружающей средой. При этом металлы окисляются и образуются продукты, состав которых зависит от условий коррозии.

Химическая энергия коррозионного разрушения металлов выделяется в виде тепла и рассеивается в окружающем пространстве. Коррозия приводит к большим потерям в результате разрушения трубопроводов, цистерн, металлических частей машин, корпусов судов, морских сооружений и т.п.

Цель борьбы с коррозией — это сохранение ресурсов металлов, мировые запасы которых ограничены.

Различают два вида потерь: прямые и косвенные.

Прямые - безвозвратные потери металла, стоимость замены оборудования и металлоконструкций, расходы на противокоррозионную защиту.

Косвенные - простой и снижение мощности оборудования, снижение качества продукции и расход металла на утолщения стенок труб.

Отличительной чертой коррозионных процессов является их многостадийность.

Обычно коррозионный процесс состоит, по меньшей мере, из трех основных стадий:

1) Переноса реагирующих веществ (окислителей) к поверхности раз-

дела фаз металл - окружающая среда;

2) Реакции, протекающей на поверхности раздела фаз (окисление металла);

3) Отвода продуктов коррозии из реакционной зоны. Каждая из этих стадий в разных условиях может быть лимитирующей и определять скорость процесса коррозии в целом.

По механизму протекания коррозионного процесса, зависящему от характера внешней среды, с которой взаимодействует металл, различают химическую и электрохимическую коррозию.

Химическая коррозия характерна для сред, не проводящих электрический ток. При химической коррозии происходит прямое гетерогенное взаимодействие металла с окислителем окружающей среды.

По условиям протекания коррозионного процесса различают:

а) газовую коррозию - в газах и парах без конденсации влаги на поверхности металла, обычно при высоких температурах. Примером газовой коррозии может служить окисление металла кислородом воздуха при высоких температурах;

б) коррозию в не электролитах - агрессивных органических жидкостях, таких, как сернистая нефть и др.

в) жидкостную коррозию - коррозия металлов в жидкой среде: в не электролите (органический растворитель, бром, расплавленная сера, бензин, мазут) и в электролите (кислая или щелочная среда, морская и речная вода, растворы солей);

г) биохимическую коррозию – это разрушение металлов под действием микроорганизмов, использующих металлы в качестве питательной среды, или выделяемых бактериями газов (H_2S , CO_2 , NO_2), кислот, H_2O_2 . Этот вид коррозии обычно протекает в сточных и застойных водах, болотах, различных биомассах, где много бактерий.

Электрохимическая коррозия характерна для сред, имеющих ионную проводимость. При электрохимической коррозии процесс взаимодействия металла с окислителем включает анодное растворение металла и катодное восстановление окислителя.

Электрохимическая коррозия может протекать:

а) в электролитах - в растворах солей, кислот, щелочей, в морской воде;

б) в атмосфере любого влажного газа;

в) в почве.

Защита металлов от коррозии.

Все методы защиты условно делятся на следующие группы:

а) легирование металлов;

б) защитные покрытия (металлические, неметаллические);

в) электрохимическая защита;

г) изменение свойств коррозионной среды;

д) рациональное конструирование изделий.

Легирование металлов. Это эффективный (хотя и дорогой) метод по-

вышения коррозионной стойкости металлов. При легировании в состав сплава вводят компоненты, вызывающие пассивность металла. В качестве таких компонентов применяют хром, никель, вольфрам и др (см. рисунок 1).



Рисунок 1 - Легирование металлов



Рисунок 2 - Заводское оцинкование металлопроката

Широкое применение нашло легирование для защиты от газовой коррозии. Введение некоторых добавок к сталям (титана, меди, хром и никеля) приводит к тому, что при коррозии образуются плотные продукты реакции, предохраняющие сплав от дальнейшей коррозии. При этом используют сплавы, обладающие жаростойкостью и жаропрочностью.

Защитные покрытия. Слои, искусственно создаваемые на поверхности металлических изделий и сооружений для предохранения их от коррозии, называются защитными покрытиями. Если наряду с защитой от коррозии покрытие служит также для декоративных целей, его называют защитно-декоративным. Выбор вида покрытия зависит от условий, в которых используется металл.

Металлические покрытия. Материалами для металлических защитных покрытий могут быть как чистые металлы (цинк, кадмий, алюминий, никель, медь, хром, серебро и др.), так и их сплавы (бронза, латунь и др.). По характеру поведения металлических покрытий при коррозии их можно разделить на катодные и анодные. К катодным покрытиям относятся покрытия, потенциалы которых в данной среде имеют более положительное значение, чем потенциал основного металла. Анодные покрытия имеют более отрицательный потенциал, чем потенциал основного металла. Примером анодного покрытия может служить цинк на стали (см. рисунок 2). Для получения металлических защитных покрытий применяются различные способы: электрохимический (гальванические покрытия), погружение в расплавленный металл, металлизация, термодиффузионный и химический. Из расплава получают покрытие цинка (горячее цинкование) и олова (горячее лужение).

Металлизация - способ получения металлических защитных покрытий на различных сооружениях (мосты, детали судов, большие баки и др.); при этом способе расплавленный металл с помощью струи сжатого воздуха наносится на защищаемую поверхность. Этим методом можно получать слои почти любой толщины и с хорошим сцеплением с основным металлом. К преимуществам этого способа относится возможность нанесения покрытия на собранные конструкции. Иногда для повышения коррозионной стойкости пор покрытия заполняют термопластичными смолами.

При термодиффузионном способе нанесения покрытия изделие помещают в смесь, содержащую порошок металла покрытия. При повышенной температуре происходит диффузия наносимого металла в основной металл.

Термодиффузионный способ широко используется для получения жаростойких покрытий алюминием (алюмирование), кремнием (силицирование), хромом (хромирование), титаном (титанирование) и т.д. Жаростойкие покрытия позволяют сочетать высокую жаропрочность основного материала с высокой жаростойкостью поверхностного слоя.

Химический способ получения металлических покрытий заключается в восстановлении соединений металла с помощью гипофосфита, водорода, гидразина и других восстановителей.

Неметаллические защитные покрытия. Они могут быть как неорганическими, так и органическими. Защитное действие этих покрытий сводится в основном к изоляции металла от окружающей среды. В качестве неорганических покрытий применяют неорганические эмали, оксиды металлов, соединения хрома, фосфора и др. К органическим относятся лакокрасочные покрытия, покрытия смолами, пластмассами, полимерными пленками, резиной.

Эмалированию подвергают черные и цветные металлы, которые используют при производстве аппаратуры в фармацевтической, химической, пищевой отраслях промышленности, при производстве изделий домашнего обихода.

Эмалирование также применяется для защиты от газовой коррозии.

Неорганические эмали по своему составу являются силикатами, т.е. соединениями кремния. К основным недостаткам таких покрытий относятся хрупкость и растрескивание при тепловых и механических ударах.

Лакокрасочные покрытия наиболее распространены и незаменимы. Лакокрасочное покрытие должно быть сплошным, безпористым, газо- и водонепроницаемым, химически стойким, эластичным, обладать высоким сцеплением с материалом, механической прочностью и твердостью. Лакокрасочные покрытия делятся на две большие группы: лаки и краски (эмали). Краски (эмали) представляют собой смесь нерастворимых частиц пигмента (красителя), взвешенных в однородном органическом связующем. Лаки обычно состоят из смеси смолы или высыхающего масла с летучим растворителем.

Электрохимическая защита. Этот метод защиты основан на торможении анодных или катодных реакций коррозионного процесса. Электрохимическая защита осуществляется присоединением защищаемой конструкции металла с более отрицательным значением электродного потенциала - протектора, а также катодной (катодная защита) или анодной (анодная защита) поляризацией за счет извне приложенного тока. Наиболее применима электрохимическая защита в коррозионных средах с хорошей ионной электрической проводимостью. Катодная поляризация (защита) используется для защиты от коррозии подземных трубопроводов, кабелей. Катодную защиту применяют также к шлюзовым воротам, подводным лодкам, водным резервуарам, буровым платформам, морским трубопроводам и оборудованию химических заводов (см. рисунок 3).

Ингибитором называется вещество, при добавлении которого в небольших количествах в среду, где находится металл, значительно уменьшается скорость коррозии металла.

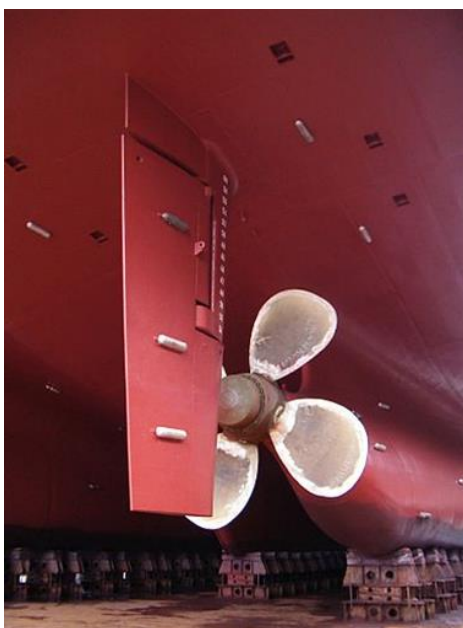


Рисунок 3 - Катодная защита днища судна

Защита от коррозии блуждающими токами. Токи, ответвляющиеся от своего основного пути, называются блуждающими. Источниками блуждающих токов могут быть различные системы и устройства, работающие на постоянном токе, например железнодорожные пути электропоездов, трамвайные линии, заземления постоянного тока, установки для электросварки, электролизные ванны, системы катодной защиты и т.д.

К настоящему времени благодаря изучению механизма коррозии разработаны разнообразные методы защиты от коррозии, выбор которых определяется природой защищаемого металла, параметрами коррозионной среды и экономическими соображениями.

Необходимость осуществления мероприятий по защите от коррозии диктуется тем обстоятельством, что потери от коррозии приносят чрезвычайно большой ущерб. По имеющимся данным, около 10% ежегодной добычи металла расходуется на покрытие безвозвратных потерь вследствие коррозии и последующего распыления. Основной ущерб от коррозии металла связан не только с потерей больших количеств металла, но и с порчей или выходом из строя самих металлических конструкций, т.к. вследствие коррозии они теряют необходимую прочность, пластичность, герметичность, тепло- и электропроводность, отражательную способность и другие необходимые качества. К потерям, которые терпит народное хозяйство от коррозии, должны быть отнесены также громадные затраты на всякого рода защитные антикоррозионные мероприятия, ущерб от ухудшения качества выпускаемой продукции, выход из строя оборудования, аварий в производстве и так далее.

Защита от коррозии является одной из важнейших проблем, имеющей большое значение для народного хозяйства.

Библиографический список

1. Музыченко Л.Н., Буцук И.Н., Исайкина А.В. Использование существующих зданий при реконструкции. (Наука и молодежь: Проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 1-3 июня 2016г./под общ. ред. Темлянцева М.В.; СибГИУ – Новокузнецк, 2016. – Вып. 20. Ч. V Технические науки – 223с. - С. 117 -120.

2. Музыченко Л.Н., Дудин А.А. Усиление металлических конструкций при реконструкции промышленных зданий. Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Труды Всероссийской научно -практической конференции (с международным участием) 18 -20 октября 2016г. под общ. ред. Зоря И.В., Столбоушкина А.Ю.; СибГИУ – Новокузнецк, 2016г. – Вып. 1 – 325с. – С. 270 -272.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Мусатова А.А

Научные руководители: доцент Музыченко Л.Н., доцент Буцук И.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, email: inno4kanvkz@mail.ru*

В статье рассмотрены различные конструктивные варианты металлических каркасов для зданий жилого и промышленного назначения, узлы крепления элементов каркаса, приведена классификация многоэтажных производственных зданий, а также методы огнезащиты стальных конструкций.

Ключевые слова: каркас, узел, промздание, галерея, пролет, огнезащита, этажерка.

Металлические каркасы целесообразно применять при проектировании зданий большой высоты с укрупненной сеткой колонн и большими нагрузками. Для промышленных зданий используется около 55% общего объема металлических конструкций, изготавливаемых для строительства зданий и сооружений. Стальные конструкции все чаще используются в крупных проектах жилищного строительства с повышенными требованиями к скорости возведения и свободной площади, не занятой колоннами. Стальное строительство имеет относительно невысокий уровень шумности, мало загрязняет территорию и создает небольшое количество отходов.

За последнее время увеличилась потребность в новых эффективных, адаптируемых и качественных зданиях, особенно с учетом ограничений для строительства в центральных городских районах. Решение этих проблем невозможно без применения новых методов строительства, которые минимизируют воздействие на окружающую среду и максимально используют преимущества заводского изготовления сборных конструкций.

Одной из лучших технологий возведения городских зданий является стальное строительство, имеющее такие признанные преимущества, как высокая скорость монтажа, высокое качество и меньшая зависимость от специальных технологий, применяемых на строительной площадке.

Архитектурные возможности стального строительства. Использование стальных конструкций предоставляет множество возможностей для следующих архитектурных решений:

- конструкции с перекрытиями незначительной высоты;
- отделка фасадов с использованием разнообразных материалов;
- остекление на высоту этажа;
- колонны из стальных труб;
- конструкции с большими пролетами;

- балконы и галереи;
- пентхаусы и крышные конструкции;
- детализовка конструкции мансарды и прочих конструкций кровли;
- открытые стальные конструкции с вспучивающимися огнезащитными покрытиями для противопожарной защиты.

На рисунках 1 и 2 изображены недавно спроектированные здания (жилого и смешанного назначения), архитектурные решения которых ярко реализованы при помощи технологий стального строительства.



Рисунок 1 - Здание смешанного назначения в Лидсе



Рисунок 2 - Проект многоквартирного дома на набережном канале в Чeshire

Металлический каркас жилых зданий. Основные элементы каркаса многоэтажного здания – колонны и балки образуют систему, воспринимающую горизонтальные и вертикальные нагрузки и передающую их воздействия на фундамент. Кроме того, система должна иметь необходимую жёсткость в горизонтальном направлении, чтобы перемещения здания от ветровых нагрузок не превышали допустимых нормами. Это может быть обеспечено дополнительными связями (рамно-связевой каркас) или монолитным ядром жёсткости (бессвязевой каркас) (рисунки 3 и 4).

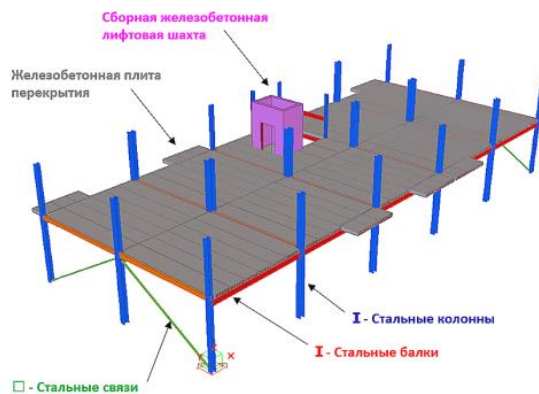


Рисунок 3 - Пример схемы рамно-связевого каркаса

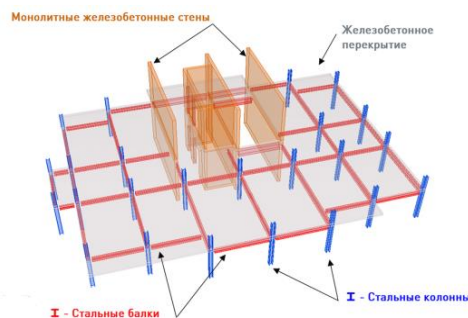


Рисунок 4 - Пример схемы бессвязевого каркаса

В отличие от промышленного строительства, при проектировании стального каркаса жилого здания необходимо учитывать требование максимально скрыть элементы конструкций в объеме внутренних и наружных стен.

Несомненным преимуществом стальных конструкций является способность перекрывать большие, по сравнению с железобетонными конструкциями, пролеты. Однако, при увеличении пролета габариты сечения несущей балки каркаса перекрытия могут достигнуть значительных размеров. Поэтому одной из задач проектировщика является определение оптимального соотношения между величиной перекрываемого пролета и приемлемыми размерами сечений балок. То же относится и к колоннам. При большом шаге колонн значительно увеличиваются их сечения, и “спрятать” эти конструкции в стенах становится сложнее.

Для снижения габаритов сечений колонн рекомендуется увеличивать класс прочности стали для колонн.

Многоэтажные жилые здания, как правило, имеют степень огнестойкости не ниже III, что означает необходимость обеспечивать защиту конструкций от воздействия огня при пожаре продолжительностью не менее 45 минут.

Сталь является негорючим материалом, но, как и все материалы, используемые в строительстве, не может в течение длительного времени выдерживать воздействие высокой температуры, возникающей внутри здания при пожаре.

Поскольку собственный (фактический) предел огнестойкости стальных строительных конструкций, как правило, не превышает 15 минут, то для приведения в соответствие с требуемым пределом огнестойкости предусматривают их огнезащиту.

Традиционно для повышения пределов огнестойкости применяют такие меры как обетонирование, оштукатуривание, отделка гипсокартоном и конструкциями из камня (кирпичом). На приведенных далее эскизах изображены наиболее распространённые способы огнезащиты элементов стальных конструкций в жилых зданиях (рисунки 5-7).

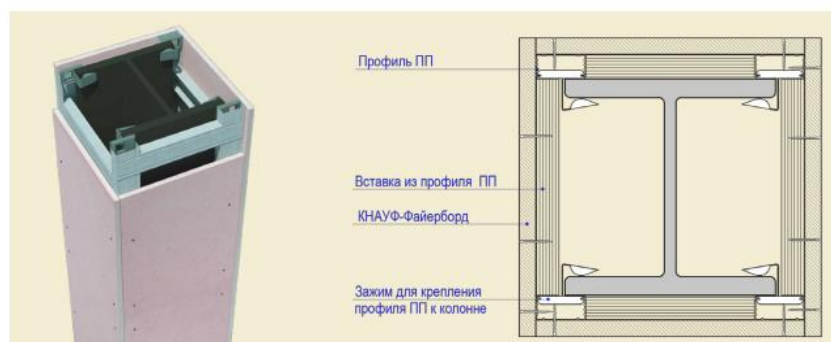


Рисунок 5 - Типовое решение KNAUF

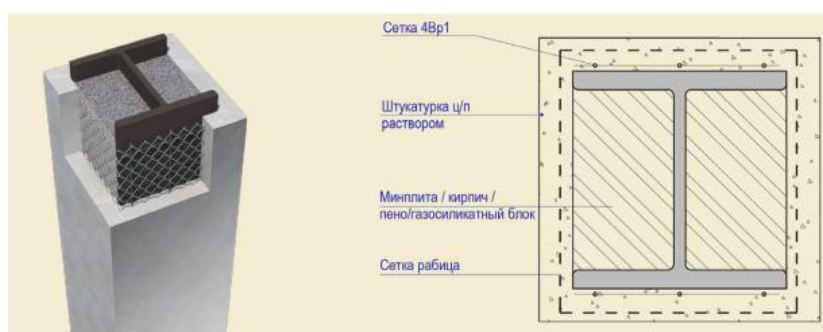


Рисунок 6 - Штукатурка цементно-песчаным раствором

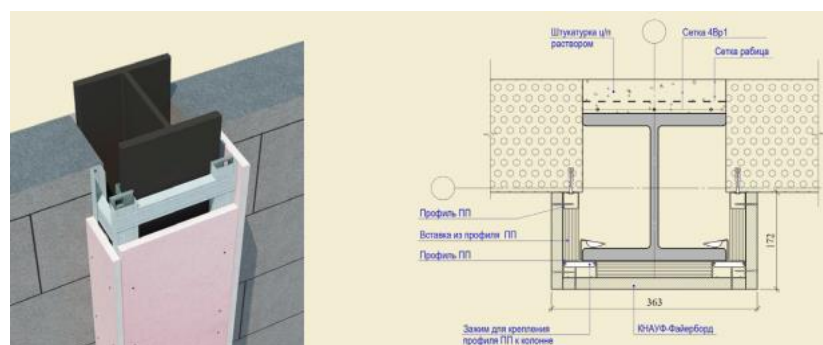


Рисунок 7 - KNAUF + штукатурка

Металлические конструкции промышленных зданий. Многоэтажные производственные здания разделяются на собственно производственные многоэтажные здания различного назначения и открытые промышленные этажерки для химической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Производственные многоэтажные здания выполняются обычно не выше десяти этажей. Исключение составляют производственно-лабораторные корпуса, высота которых достигает в некоторых случаях 25 этажей.

Открытые промышленные этажерки предназначены для размещения на них аппаратов, разного технологического оборудования и обслуживающих площадок, высота их может достигать 100 м и более. Примеры каркасов многоэтажных зданий различного назначения приведены на рисунках 8 -10.

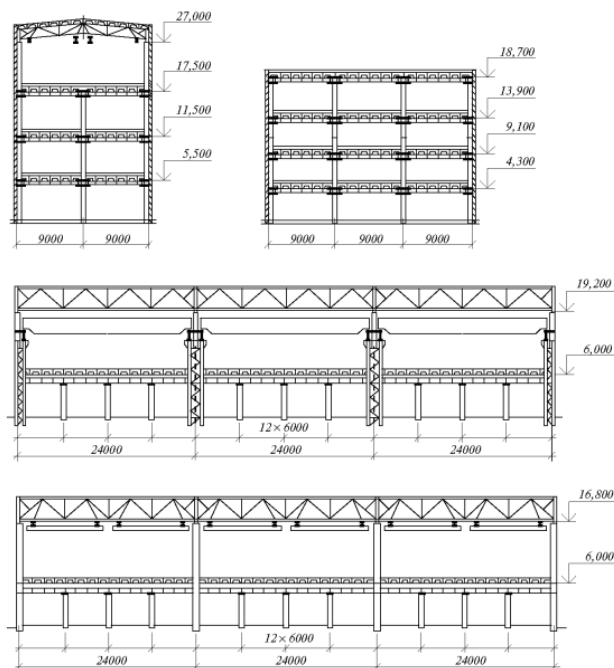


Рисунок 8 – Металлические рамно-связевые каркасы

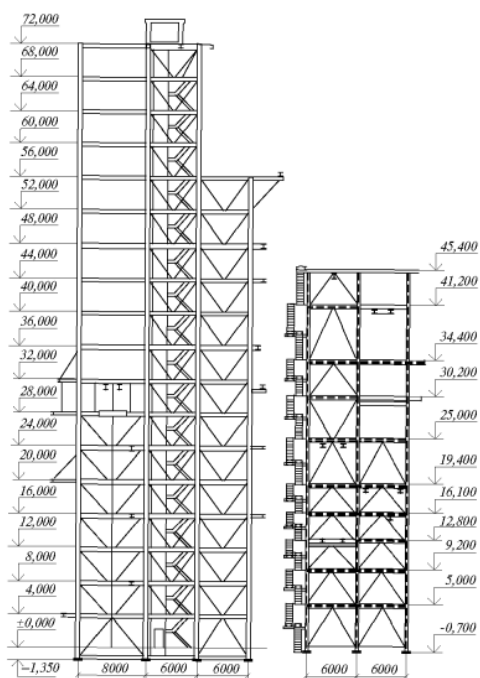


Рисунок 9- Каркасы этажерок

Наиболее распространенная для производственных многоэтажных зданий - рамно-связевая схема с рамами в поперечном направлении и вертикальными связями в продольном направлении здания. Такая схема каркаса удовлетворяет эксплуатационным требованиям и позволяет использовать экономичное сечение колонн в виде двутавра, обеспечивающее простоту рамных узлов сопряжения ригелей с колоннами.

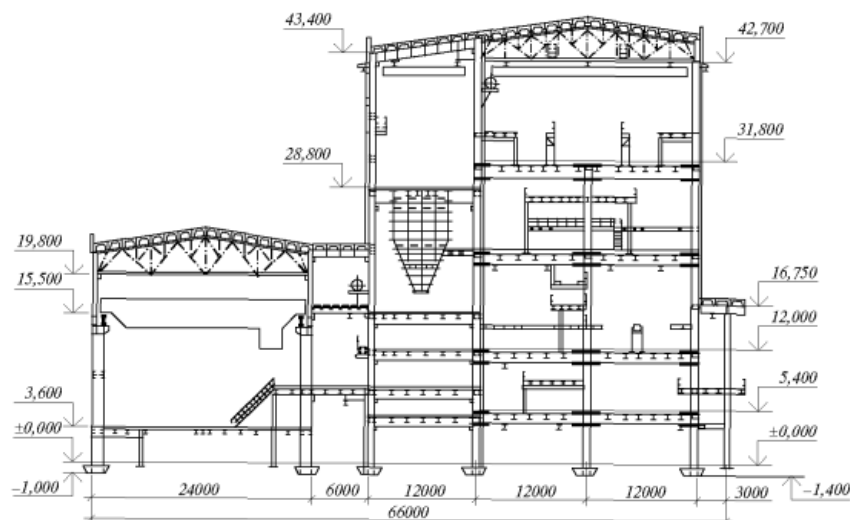


Рисунок 10 – Каркас корпуса флотационной обогатительной фабрики калийного комбината

При разработке конструктивной формы каркаса многоэтажного здания требуется решать ряд технико-экономических задач.

1. Обеспечение эксплуатационно-технологических требований с учетом перспективного изменения технологии. В производственных зданиях увеличение шага колонн нередко приводит к заметному росту эффективности производства, чем окупается некоторый дополнительный расход стали.

2. Выбор материала каркаса (сталь или железобетон) производится на основании сравнения стоимости вариантов каркасов, выполненных из различных материалов. При этом, помимо сопоставления основных технико-экономических показателей, необходимо учитывать следующие особенности. Стальной каркас значительно легче железобетонного, благодаря чему упрощаются транспортные, такелажные и монтажные работы; при стальном каркасе просто решаются узлы крепления трубопроводов, технологического оборудования, пути подвешного транспорта; размеры температурных блоков здания со стальным каркасом значительно больше, чем в зданиях с железобетонным каркасом. При изменении технологического процесса и необходимости реконструкции здания стальной каркас сравнительно легко может быть перестроен и усилен применительно к новой технологии. К недостаткам стальных каркасов относится необходимость дополнительных затрат на их огнезащиту в

зданиях пожароопасных категорий.

3. Наиболее широкое использование связевых схем. Во всех случаях, если это позволяют объемно-планировочные решения и условия производства, следует предусматривать вертикальные связи. Они могут быть установлены в зонах глухих перегородок, лестничных и лифтовых шахт, по наружным рядам колонн.

4. Сокращение числа монтажных элементов, их укрупнение, создание крупных монтажных блоков. Наличие башенных кранов и мобильных гусеничных кранов большой грузоподъемности обеспечивает установку в проектное положение элементов значительной массы на большую высоту.

Примером такого решения может служить каркас производственного здания, представленного на рисунке 11, в котором предусмотрены специальные узловые вставки, позволившие вести монтаж перекрытий крупными блоками размером 12х12 м.

5. Унификация элементов каркаса, позволяющая снизить трудоемкость изготовления и монтажа конструкций, а также стоимость строительства. В этих целях следует принимать шаги колонн кратными 6 м, пролеты - кратными 3 м, высоты этажей - кратными 0,6 м.

6. Обеспечение необходимой жесткости каркаса. При недостаточной жесткости каркаса может нарушаться целостность внутренних перегородок и отделочных покрытий, осложняется нормальная работа лифтов; колебания зданий могут быть чувствительны для людей.

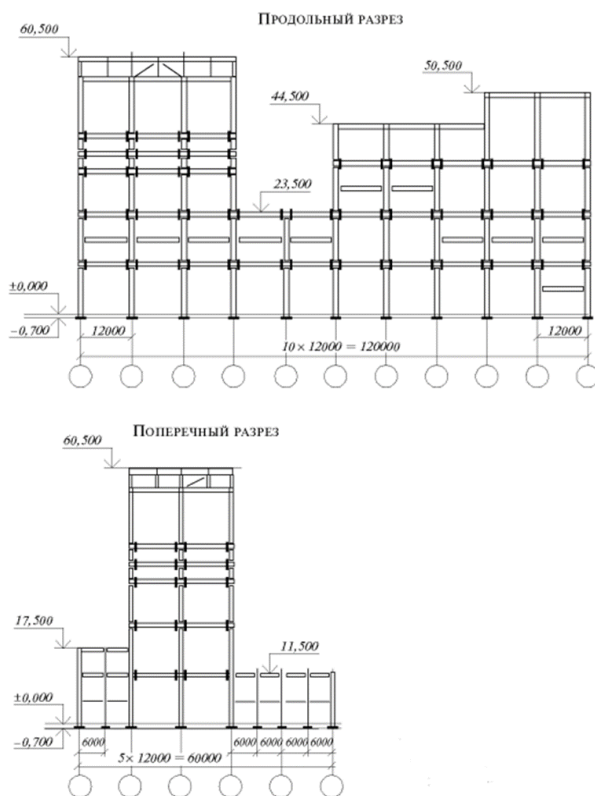


Рисунок 11 – Стальной каркас корпуса

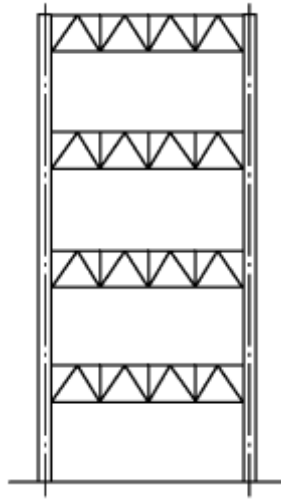


Рисунок 12 - Рамный каркас с фермами-ригелями

В рамных и рамно-связевых каркасах в целях экономии стали и улучшения архитектурно-планировочных решений рекомендуется использовать технические этажи для размещения в них ферм-ригелей, что позволяет сократить расход стали благодаря передаче вертикальных и горизонтальных усилий на фермы большой высоты (см. рисунок 12).

В заключение, можно отметить, что сегодня в современном мире, ни одно строительство какого-либо здания не может обходиться без различных металлов и сплавов. Помимо того, что металлоконструкции имеют высокую прочность, так при помощи их можно реализовывать самые настоящие шедевры.

Конструкции из стали применяются в промышленном строительстве. Стальные конструкции способны выдерживать огромные нагрузки на протяжении многих лет. Им присущи изгиб, скручивание и разрыв, благодаря чему их используют часто при возведении высотных зданий и сооружений, которые постоянно подвергаются высоким механическим нагрузкам. Как правило, стальные конструкции используют в качестве каркасов зданий с большим пролетом, высотой и грузоподъемностью, а также в качестве покрытий зданий больших пролетов: выставочных центров, рынков, спортивных комплексов, торгово-развлекательных центров, крытых стадионов.

В архитектуре наших дней металлоконструкции стали выполнять и эстетическую роль. Они помогают создать уникальный внешний облик современных сооружений, при этом выполняя конструктивные функции. Поэтому необходим более точный подход к изготовлению таких конструкций, их обработке и монтажу. Как правило, в архитектуре применяют металлические конструкции из окрашенного металла, а также каркасы из нержавеющей стали.

Библиографический список

1 Эффективные жилые здания на стальном каркасе: сайт – 2017. – URL: https://steel-development.ru/images/projects/downloads/zdania_na_stal_karkase_final.pdf (дата обращения: 06.06.2022).

2. Музыченко Л.Н., Буцук И.Н., Брыков В.С. Легкие металлические конструкции в современном строительстве. Наука и молодежь: Проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 13-15 мая 2015г./под общ. ред. Темлянцева М.В.; СибГИУ – Новокузнецк, 2015. – Вып. 19. Ч. 4 – С. 168 -171.

3. Музыченко Л.Н., Буцук И.Н., Саломатин Н.М. Пути совершенствования балочных конструкций. Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Труды Всероссийской научно - практической конференции (с международным участием) 18 -20 октября 2016г. под общ. ред. Зоря И.В., Столбоушкина А.Ю.; СибГИУ – Новокузнецк, 2016г. – Вып. 1 – 325с. – С. 272 -280.

4. Музыченко Л.Н., Буцук И.Н., Саломатин Н.М. Пути снижения материалоемкости металлических конструкций. Современный взгляд на будущее науки часть 2: Сборник статей Международной научно-практической конференции 20 марта 2017г./НИЦ АЭТЭРНА - Казань, 2017. – с.54-61 38

5. Музыченко Л.Н., Буцук И.Н., Бараксанова Д.А. Рамные, связевые и рамно -связевые системы многоэтажных зданий печатная Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Труды Всероссийской научно -практической конференции (с международным участием) 8 -10 октября 2019г. под общ. ред. Столбоушкина А.Ю., Матех иной О.В., Алешиной Е.А., Благиных Е.А.; СибГИУ – Новокузнецк, 2019г. –352с. – С. 277 -282. 62

6. Музыченко Л.Н., Боброва Е.Е. Легкие металлоконструкции в каркасах одноэтажных промышленных зданий печатная Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Труды Всероссийской научно -практической конференции (с международным участием) 8 -10 октября 2019г. под общ. ред. Столбоушкина А.Ю., Матех иной О.В., Алешиной Е.А., Благиных Е.А.; СибГИУ – Новокузнецк, 2019г. –352с. – С. 275 -276. 21

7. Музыченко Л.Н., Гараева С.Р., Буцук И.Н. Строительство главного корпуса обогатительной фабрики ООО «Шахты №23» в Кемеровской области печатная Наука и молодежь: Проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 19-21 мая 2020г./под общ. ред. Темлянцева М.В.; СибГИУ – Новокузнецк, 2020. – Вып. 24. Ч. V Технические науки – 329с. - С. 293 -298. 62

III ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.271.64:622.241.54

БУРЕНИЕ СКВАЖИН ИЗ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ШАХТ КОЛОНКОВОЙ ТРУБОЙ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА С ГИДРОСТРУЙНЫМ РАЗРУШЕНИЕМ КЕРНА

Альвинский Я.А., Григорьев А.А.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Коряга М.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: alvinskiy_yaa@mail.ru, grigorev_sibsiu@mail.ru*

В данной статье описывается технология колонкового бурения скважин большого диаметра с размывом керна струями высокого давления.

Ключевые слова: скважина, колонковое бурение, шахта, бурение большого диаметра, газодренажные скважины, газодинамические явления.

Интенсивная разработка угольных пластов ведет к увеличению глубины их разработки. Активное проявление негативных факторов, таких как, выбросы угля и газа в выработки шахт, горные удары и другие проявления повышенного горного давления снижают безопасность подземных горных работ [1-3].

Бурение опережающих скважин применяется в подготовительных и очистных выработках на пластах любой мощности. Опережающие скважины необходимо бурить по наиболее перемятой (выбросоопасной) пачке пласта [4].

Для повышения коэффициента разгрузки необходимо увеличить площадь сечения разгрузочных скважин. Это позволит дополнительно увеличить эффект дегазации такими скважинами.

Увеличение диаметра скважин подземного бурения сопряжено с ростом металлоемкости бурового оборудования, выхода буровой мелочи и повышением энергозатрат.

Если рассматривать отдельно энергозатраты на вращение породоразрушающего инструмента, то их можно определить по формуле [5]:

$$N_{\pi} = N_o \times F$$

где N_o – удельная энергия, отнесенная к 1 см^2 забоя;

F – площадь забоя.

Такое соотношение показывает, что бурение коронкой (кольцевым забоем) более чем в 4 раза снижает энергозатраты.

Но бурение кольцевым забоем сопряжено с необходимостью периодически извлекать формирующийся керна, что увеличивает общее время на бурение скважины.

Кроме того, сам процесс, складирования керна большого диаметра в

подземных горных выработках увеличит трудозатраты в целом на вспомогательные процессы при бурении.

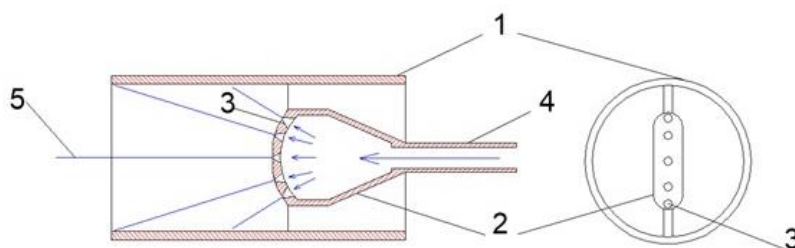
Решением этого ряда задач может стать применения буровой компоновки со специальной колонковой трубой.

Для бурения применима твердосплавная коронка большого диаметра 500 – 700 мм. Коронки может быть ребристая или резцовая (рисунок 1) с твердосплавными режущими элементами [6].



Рисунок 1 – Твердосплавные буровые коронки

В самой трубе монтируется блок оснащенный набором форсунок высокого давления питающихся промывочной жидкостью (рисунок 2).



1 – колонковая труба с буровой коронкой; 2- камера распределения напора (блок форсунок; 3 – форсунки; 4 – буровая штанга; 5 – направления струй форсунок

Рисунок 2 – Колонковая труба с гидроструйным разрушением керна

В процессе бурения специальной колонковой трубой керна поступает в кернаприемник. Форсунки с радиальным распределением направления струй промывочной жидкости разбивают керна внутри трубы. После чего частицы бурового шлама вытесняются давлением промывочной жидкости в скважину и транспортируются на устье.

Такая схема работы позволяет снизить энергозатраты на бурение за счет применения буровой коронки. Обеспечить разрушение встречающихся твердых включений в процессе бурения и разбивку их на части уже внутри колонковой трубы.

Кроме этого, работа блока форсунок в замкнутом пространстве кернаприемника, исключает процесс кавернообразования в скважине при изменении скорости подачи буровой компоновки.

Преимуществами данного способа бурения горизонтальных и наклон-

ных скважин большого диаметра в подземных условиях являются:

- снижение количества операций (отсутствует необходимость извлечения твердого керна);
- снижение энергозатрат по сравнению с шарошечным и шнековым бурением;
- обеспечение заданного диаметра скважины;
- центрирование бурового инструмента в скважине и как следствие повышение точности бурения;
- отсутствие необходимости в размещении керна большого диаметра в выработках шахты.

Способ колонкового бурения с размытием керна позволит проводить скважины большого диаметра 500 – 700 мм, а также повысить скорость их проведения в подземных условиях.

Библиографический список

1. Коряга М.Г. Применение станков подземного направленного бурения скважин для извлечений метана и борьбы с самовозгоранием угля при разработке мощных угольных пластов / М.Г. Коряга // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ. – 2013. – 1(3). – С. 12 – 13.

2. Алькова Ш.Ю. Пути повышения эффективности применения подземных дегазационных скважин на этапах предварительной и заблаговременной дегазации / Ш. Ю. Алькова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2021. - Вып. 25, ч. 5 : Технические науки. – С. 372-374.

3. Разработка технических и технологических решений по совершенствованию дегазации с использованием направленного бурения для условий ООО "Шахта "Усковская"/ Д.М. Борзых, А.М. Никитина, С.В. Риб, В.А. Волошин // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сер. "Выпуск 22" Под общ.ред. М.В. Темлянцева. - Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2018. - С. 27-31.

4. «Инструкция по прогнозу динамических явлений и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений» официальное издание: утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 10.12.2020 № 515– Москва: ЦЕНТРАМГ, 2022. – 114 с.

5. Мендебаев Т. Н., Исмаилов Х. К., Изаков Б. К., Смашов Н. Ж. Конструктивные особенности и технологические возможности забойной компоновки для бурения скважин / Т. Н. Мендебаев, Х. К. Исмаилов, Б. К. Изаков, Н. Ж. Смашов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 12. – С. 114–124.

6. Коронки для бурения скважин [Электронный ресурс]: ГЕОМАШ – Режим доступа свободный : https://www.geomash.ru/media-center/news/koronki-dlya-bureniya-skvazhin/?sphrase_id=25858. (дата обращения 20.10.2022 г.)

УДК 622.85

ВЛИЯНИЕ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КУЗБАССЕ

Ворсина А.М., Агеев Д.А.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: ageeva_angelika@mail.ru*

В данной статье рассмотрена проблема загрязнения атмосферы вредными выбросами угольных предприятий от открытой добычи в Кузбассе. Представлены сведения о видах загрязняющих веществ в атмосфере региона, динамика образования отходов на территории Кемеровской области. Предложен способ борьбы с пылью при ведении взрывных работ на разрезах Кузбасса.

Ключевые слова: открытая добыча, разрез, атмосфера, отходы, угольные отвалы, пылеподавление.

Кемеровская область является наиболее промышленно развитым регионом в Сибири. В настоящее время в регионе добывается 58,8% российского угля. Существенным недостатком горнодобывающей отрасли являются значительные загрязнения атмосферы.

За счет повышения интенсивности добычи угля открытым способом растет количество выделяемых вредных веществ в атмосферный воздух из организованных и неорганизованных источников. Следствиями воздействия экологических аспектов на окружающую среду являются запыление и загрязнение рабочей зоны горнодобывающего объекта и прилегающих территорий, загрязнение земель и водного бассейна, снижение продуктивности земель, рост заболеваемости живых организмов, отрицательное влияние на флору и фауну.

На рисунке 1 показана динамика образования отходов от предприятий угольной промышленности 2012-2021 гг и зависимость образования отходов производства от уровня добычи угля.

Тесно связаны между собой проблемы образования отходов и нарушенных земель. Согласно данным, представленным Южно-Сибирским межрегиональным управлением Росприроднадзора, площадь нарушенных земель по состоянию на 01.01.2021 год составила 114,726 тыс. га, из них нарушено при разработке месторождений полезных ископаемых – 108,074 тыс. га, что составляет 94 % от общей площади нарушенных земель.

Для нашего региона это давняя проблема, и особое беспокойство вызывают низкие темпы рекультивации, так как одной из актуальных проблем на сегодня является значительное пыление с отвалов. Так, в 2019 году рекультивировано всего 69,9 % от отработанных из общей площади нарушенных земель. Но и здесь с угольными предприятиями ведется постоянная работа [1].



Рисунок 1 – Динамика образования отходов в 2012-2021 гг на территории Кемеровской области [1]

Добыча угля также негативно сказывается на гидрологию в регионе. Ухудшение качества вод связано с проникновением токсичных микроэлементов, повышением содержаний растворенных твердых веществ в подземных водах, а также с увеличением количества наносов, разгружаемых в водные потоки. Создание угольных отвалов (рисунок 2) приводит к отложению вредных компонентов в водных потоках и к выщелачиванию воды из этих отвалов, содержащей большое количество токсичных микроэлементов.

К настоящему времени гидрографическая сеть угледобывающих районов Кузбасса значительно сокращена. Загрязненные стоки угольных предприятий составляют свыше 30 % общего сброса загрязняющих веществ.

Производство массовых взрывов на угольных разрезах приводит в среднем к выбросу в атмосферу 6-8 м³ вредных газов, до 200 т пыли. В витающей пыли содержится около 9,0-11,7 % свободной двуокиси кремния. По дисперсности большинство пылевых частиц (82,9-97,3 %) имеют размер до 5 мкм. Содержание диоксида серы увеличивается в 40 раз. Радиус загрязнения в районе разрезов составляет 3500-4000 м [2,4,5].



а

б



в

Рисунок 2 – Отвалы разрезов Кузбасса: а) АО «Разрез «Степановский»; б) АО СУПК Разрез «Чернокалтанский»; в) АО «УК «Кузбассразрезуголь» «Калтанский угольный разрез»

Для уменьшения запыленности на дорогах используются следующие способы:

- обработка поверхности немоощеных дорог. Также для обработки дорог используют гигроскопические соли, поверхностно-активные вещества, цемент для грунта, битум и полимерные пленки – что увеличивает эффективность так, что интервал между обработками может возрасти до нескольких недель;

- увеличение интервалов между самосвалами. Исследования показали, что после прохождения карьерного самосвала по немоощенной дороге запыленность быстро снижается, и она достигает запыленности на расстоянии 30 м от дороги. Если интервал при движении карьерных самосвалов будет больше 20 секунд, то за это время значительная часть пыли успеет рассеяться. Это снижает концентрацию респираторной пыли, воздействующей на водителя следующего самосвала, на 40 %. Наконец, для уменьшения воздействия пыли на других рабочих можно использовать более совершенное расположение дорог и график перевозок по ним.

Наиболее доступный способ пылеподавления – распыление воды стационарными и мобильными дождевальными (поливальными) установками и гидромониторами. Так, с целью сокращения негативного влияния на состоя-

ние атмосферного воздуха в Кузбассе, на разрезах используется способ пылеподавления при взрывных работах, разработанный Федотенко В.С. и Федотенко С.М. (патент РФ 2273738, МПК E21F 5/02, 2006 г.), заключающийся в продолжительной (до, во время и после взрыва) обработке пылегазового облака жидкостью, например, водой из оросительных установок (рисунок 3).

Техническим результатом данного изобретения является повышение эффективности пылеподавления, сокращение времени простоя оборудования после проведения взрывных работ, улучшение экологической обстановки на взрываемом блоке и близлежащей территории [3].

Одним из недостатков данного способа является невысокая эффективность пылеподавления мельчайших фракций пыли (до 20 мкм), а также необходимость применения защищающих от физических воздействий специальных установок.

Исходя из вышеизложенного, весьма актуальным является разработка новых способов и средств, направленных на снижение выбросов в атмосферу и повышение эффективности существующих.



Рисунок 3 – Оросительная установка на угольном разрезе

Так, в июне 2019 года между Минприроды России, Росприроднадзором, Правительством Кузбасса и тремя промышленными предприятиями были заключены четырехсторонние соглашения о взаимодействии в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух». Согласно данным соглашениям, на реализацию воздухоохраных мероприятий в период до 2024 года АО «ЕВРАЗ ЗСМК» направит 2,9 млрд рублей, АО «Кузнецкие ферросплавы» – 3 млрд рублей, АО «Кузнецкая ТЭЦ» – 0,12 млрд рублей.

Ранее, в рамках Красноярского форума в марте подобное соглашение было заключено с ЗАО «РУСАЛ Глобал Менеджмент Б.В.» (АО «РУСАЛ Новокузнецк») на сумму 4,7 млрд рублей на внедрение технологии «Экологический Содерберг». Благодаря природоохраным мероприятиям РУСАЛ планирует к 2024 году снизить выбросы в атмосферу на 2,9 тыс. тонн [3].

Выводы.

Для снижения негативного влияния открытой добычи угля на атмо-

сферу Кузбасса угольным предприятиям: АО «Разрез «Степановский», АО СУПК Разрез «Чернокалтанский», АО «УК «Кузбассразрезуголь» «Калтанский угольный разрез» и др. рекомендуется развивать технологии воздухоохраных мероприятий.

Библиографический список

1. Миняева О.Н. Государственное регулирование в сфере охраны окружающей среды / О.Н. Миняева, Э.Н. Вольфсон // Сборник научных трудов по материалам V Научно-практической конференции школьников, студентов и преподавателей с международным участием «Учим управлять и учимся управлять. [Электронный ресурс]: режим доступа: science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Other/2019/gimu/pages/Articles/033.pdf.

2. Писарев В.С. Методы борьбы с пылью на карьерных дорогах / В.С. Писарев, А.А. Басаргин // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-borby-s-pylyu-na-kariernyh-dorogah>

3. Пресс-служба Минприроды России Нацпроект «Экология» в регионах: Кузбасс – за «Чистый воздух» [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/press/news/natsproekt_ekologiya_v_regionakh_kuzbass_za_chisty_vozdukh_/?special_version=N.

4. Агеев Д.А. Анализ качества атмосферного воздуха в городе Новокузнецке / Д.А. Агеев, А.М. Ворсина, Д.А. Агеев // В сборнике: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией Н.А. Козырева. Новокузнецк, 2021. - С. 301-306.

5. Мысак Е.А. К вопросу об экологической ситуации в Кузбассе / Е.А. Мысак, А.М. Никитина // В сборнике: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева. 2020. - С. 167-171.

УДК 622.85

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПЫЛЬЮ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОРОГАХ КУЗБАССА

Ворсина А.М., Агеев Д.А.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: ageeva_angelika@mail.ru*

В данной статье рассмотрена проблема пылевыведения на угледобывающих предприятиях, ведущих добычу открытым способом. Рассмотрены причины образования запыленности и методы борьбы с пылью на АО «Разрез «Степановский». Предложен новый способ борьбы с пылью при ведении

взрывных работ, погрузке и транспортировании горной массы.

Ключевые слова: пыль, уголь, карьерные дороги, разрез, экология, пылеподавление.

Кемеровская область – Кузбасс известна в России как одна из богатейших по запасам каменного угля и, прежде всего, по запасам угля коксующихся марок, а также других видов минерального сырья для черной и цветной металлургии, агрохимии, стекольной промышленности, стройиндустрии. Сегодня в Кузбассе добывается почти 57 % всего угля России и 80 % углей коксующихся марок. На территории области работают 107 горнодобывающих предприятий [1].

Существенным недостатком горнодобывающих предприятий Кузбасса являются значительные загрязнения атмосферы вредными выбросами, пылью. Большим пылевыделением сопровождается транспортировка горной массы в карьерах, разрезах, особенно велико оно при использовании автомобилей. Суммарные массы атмосферных выбросов пыли от источников могут достигать десятков тысяч тонн в год, а перенос пыли ветром может осуществляться до десятков километров от источника. В районе размещения горных предприятий, и особенно в районах размещения отвалов, в результате массовых выбросов пыли в окружающую среду складывается неблагоприятная экологическая обстановка. Борьба с пылью на карьере является одной из важных проблем в области создания безопасных условий труда горнорабочих, а также для прилегающих территорий. За последние годы на отечественных и зарубежных угольных предприятиях были изготовлены и внедрены различные технические средства и способы, предназначенные для снижения концентрации вредных газов и пыли в рабочих зонах [2-8].

Пылеподавление – это комплекс способов и средств предупреждения загрязнения атмосферы пылью, возникающей в результате ведения горных работ. В основе пылеподавления – снижение пылевыделения и осаждение пыли непосредственно в местах ее образования.

Рассмотрим методы борьбы с пылью от взрывных работ и транспортировки угля и породы на примере АО «Разрез «Степановский» (рисунок 1), ведущее добычу угля открытым способом в восточной части каменноугольного месторождения «Разведчик» в Кондомском геолого-экономическом районе Кузбасса.

В административном плане рассматриваемый участок размещается в Новокузнецком муниципальном районе Кемеровской области, на землях Новокузнецкого муниципального района и лесного комплекса Кемеровской области. Населенных пунктов в пределах участка нет. Ближайшие населенные пункты – поселок Красинск, села Сосновка, Куртуково, Гавриловка находятся соответственно в 1 км к северу-западу в 2,5 км к северо-востоку, в 3 км к востоку-северо-востоку и в 0,3 км к востоку от границ участка. Города Новокузнецк и Осинники находятся соответственно в 7,5 км к северу и 15 км к востоку от участка.



а



б

Рисунок 1 – Выброс пыли от деятельности АО «Разрез «Степановский»:
а) пыление при взрывных работах; б) пыление при перевозке полезного
ископаемого

Пылеобразование на технологических автодорогах, по которым происходит транспортировка угля возникает вследствие высыпания из кузова породы, угля, внесения пыли колесами автомашин, заноса ветром с прилегающих территорий, износа покрытия и шин и т.д. На интенсивность пылевыведения на автодорогах влияют, в основном, физико-механические свойства материала покрытия, скорость движения, масса и тип автомобиля, размеры дороги и метеорологические условия.

Карьерные дороги, в отличие от магистральных и автодорог других промпредприятий ограничены небольшим сроком службы и протяженностью, высокими удельными нагрузками и частым изменением трассы. Они характеризуются переменным продольным профилем с уклонами при выезде из карьеров до $8-10^\circ$ и при спусках до $15-20^\circ$, и радиусами закругления до 20–25 м, а также большой грузонапряженностью и интенсивностью движения. Количество пыли на дорогах достигает 70–90 % от общего количества в карьере, образуемой всеми источниками [2].

Наиболее доступный и распространенный способ пылеподавления на разрезе – распыление воды стационарными и мобильными поливальными установками и гидромониторами. Обладающие большой дальностью действия поливальные установки применяются для пылеподавления штабелированных материалов.

Для пылеподавления на АО «Разрез «Степановский» используется поливооросительная машина КО-829Б, технические характеристики которой представлены в таблице 1.


Для уменьшения выбросов пыли на АО «Разрез «Степановский» предложены следующие решения:

- для предупреждения подъема в воздух пыли, образующейся при разрушении, погрузке и транспортировании горной породы предлагается орошение стационарными источниками с применением экологически чистого природного реагента – бишофита;

- предлагается орошение мобильными источниками с применением экологически чистого природного реагента – бишофита;

- для координации работы систем пылеподавления предлагается наблюдать за работой системы из компьютеризированного центра управления экологической и производственной безопасностью.

Таблица 1 – Технические характеристики поливoroсительной (посыпательной) машины КО- 829Б

Наименование показателей	Значения	
Мощность двигателя, кВт	176	
Максимальная скорость, км/ч	88	
Вместимость цистерны, м ³	8,0	
Вместимость кузова пескоразбрасывателя, м ³	4,3	
Ширина рабочей зоны при поливе (мойке), м	20 (8,5)	
Ширина рабочей зоны при посыпке, м	4-9	
Габариты, мм:		
- длина	8 800	
- ширина	3 070	
- высота	3 100	
Полная масса, кг	15 200	

Хлористый магний (бишофит) хорошо зарекомендовал себя как пылеподаватель – мировое потребление бишофита для этих целей составляет около 500 тыс. тн в год. Связывая мелкие частицы твердой фракции, реагент создает на поверхности трассы прочную ветроустойчивую корку, препятствующую дальнейшему пылению. Простота и доступность этого решения гарантирует качественный результат. Срок действия реагента с использованием грейдерной техники – от 10 суток, без обработки грейдером – 30 и более суток.

Наиболее целесообразно применение на АО «Разрез «Степановский» орошение мобильными источниками с применением природного реагента. В качестве мобильного источника предлагается поливомоечная машина КДМ-316.

Библиографический список

1. Тихонов А. В. Исследование структуры запасов и уровня потерь на шахтах Кузнецкого бассейна / А. В. Тихонов, В. В. Агафонов // ГИАБ. 2012. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-struktury-zapasov-i-urovnya-poter-na-shahtah-kuznetskogo-basseyna>.

2. Лель Ю. И. Карьерные автодороги их значимость и проблемы совершенствования / Ю. И. Лель, Ю. В. Стенин, А. Г. Колчанов // ГИАБ. 2011. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kariernye-avtodorogi-ih-znachimost-i-problemy-sovershenstvovaniya-1>.

3. Федотенко В.С. Способ пылеподавления при взрывных работах /Федотенко В.С., Струпаева М.В., Самарцев М. Г., Федотенко С.М., Елеси-на Н.В., Джавальян С.Л., [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://edrid.ru/rid/216.012.b22a.html>.

4. Пресс-служба Минприроды России Нацпроект «Экология» в регионах: Кузбасс – за «Чистый воздух» Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/press/news/natsproekt_ekologiya_v_regionakh_kuzbass_za_chistyuy_vozdukh/?special_version=N.

5. Коршунов Г. И. Анализ способов борьбы с мелкодисперсной респираторной фракцией пыли при производстве взрывных работ / Г.И. Коршунов, А.М. Каримов // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sposobov-borby-s-melkodispersnoy-respirabelnoy-fraktsiey-pyli-pri-proizvodstve-vzryvnyh-rabot>.

6. Ворсина А.М. Мероприятия по предотвращению сходов породы отвала и рекультивация нарушенных земель ООО «Разрез "Кийзасский» В сборнике: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Новокузнецк, 2022. - С. 145-150.

7. Никитина А.М. Современные методы и средства пылеподавления на угольных шахтах / А.М. Никитина, С.В. Риб, Д.М. Борзых // В сборнике: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Новокузнецк, 2021. С. 131-135.

8. Разработка пылевзрывозащитных мероприятий для обеспечения безопасности персонала при подземной разработке угольных месторождений / К.Ф. Иващенко, С.О. Сураев, А.О. Мосягин, В.А. Волошин, С.В. Риб // В сборнике: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией М.В. Темлянцева, Новокузнецк, 2020. - С. 101-106.

УДК 622.272 : 661

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ОСВОЕНИИ НЕДР

Елкина Д.И., Тайлаков А.О.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: yolkinadasha00@gmail.com; aleksandr_tailakov@bk.ru*

В данной статье рассматриваются способы извлечения химических элементов, при комплексном освоении недр, с помощью технологии подземной газификации углей. Актуальность работы заключается в повышении осведомленности о комплексной отработке месторождений полезных ископаемых с целью наиболее полного извлечения его из недр.

Ключевые слова: подземная газификация углей, запасы, химические элементы, отработка некондиционных запасов.

На сегодняшний день, в Кузнецком угольном бассейне пласты угля мощностью менее 2 м, особенно залегающие в сложных горно-геологических условиях, отнесены к некондиционным запасам и их отработка с точки зрения экономической эффективности нецелесообразна. В связи с этим, в данной статье рассмотрена отработка полезных ископаемых способом подземной газификации углей (ПГУ).

На действующих шахтных полях, по данным научно-исследовательского института горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ), к нетехнологичным и низкотехнологичным запасам отнесено до 40% балансовых запасов угля. Установлено, что в связи с внедрением технологии выборочной отработки участков угольных пластов в пределах шахтных полей в последние 10-15 лет коэффициент извлечения балансовых запасов угля снизился с 70-75% до 47-60 %. Поэтому важной научно-практической задачей в отрасли является разработка и реализация инженерных решений для создания технологических схем, обеспечивающих эффективную и безопасную отработку остаточных запасов угля в пределах горных отводов действующих и проектируемых шахт [1-3].

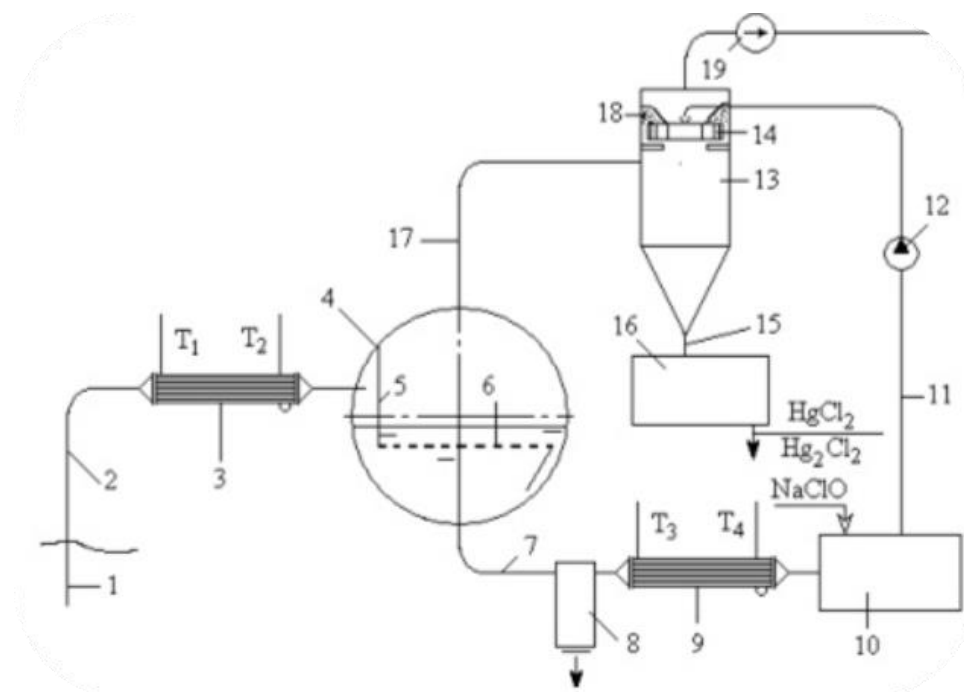
В Институте угля СО РАН проводилась оценка запасов угля Терсинского геолого-экономического района Кузбасса на пригодность к отработке способом ПГУ. Анализ горно-геологических условий залегания угольных пластов позволил выявить 16 пластов на участках Увальный 5-6, Увальный 7-8 и Увальный 9-10 для отработки способом ПГУ, непригодных для эффективной отработки существующими традиционными технологиями [4].

При отработке данных пластов способом ПГУ возможно извлечь целый комплекс газов и химических соединений.

Первым химическим элементом, извлекаемым из состава газа при проведении ПГУ, является ртуть. Газообразная ртуть в составе дымовых газов ПГУ, при поступлении в водное пространство горизонтальной цилиндрической емкости конденсируется и в виде жидкой ртути оседает на перфорированный щит (см. рисунок 1). За счет наклона перфорированного щита в сторону противоположную стороне ввода продуктов газификации в емкость и поступления газовых пузырьков из-под щита капельки ртути скатываются по перфорированному щиту к противоположной стенке цилиндрической емкости и попадают в зазор между этим щитом и стенкой емкости. За счет сил гравитации тяжелые капли ртути устремляются к нижней точке водного пространства горизонтальной цилиндрической емкости. Из цилиндрической емкости ртуть с водой поступает в осадитель; за счет резкого падения скорости движения потока, ртуть оседает на его дно и может быть удалена из циркуляционного контура.

Частично очищенные от ртути и охлажденные газообразные продукты из газового пространства горизонтальной емкости поступают в эмульгатор. Сверху на тарелку подают раствор гипохлорита натрия. Под действием центробежной силы раствор растекается по тарелке и попадает в зазор между стенкой цилиндрической части эмульгатора и тарелкой, где взбивается в

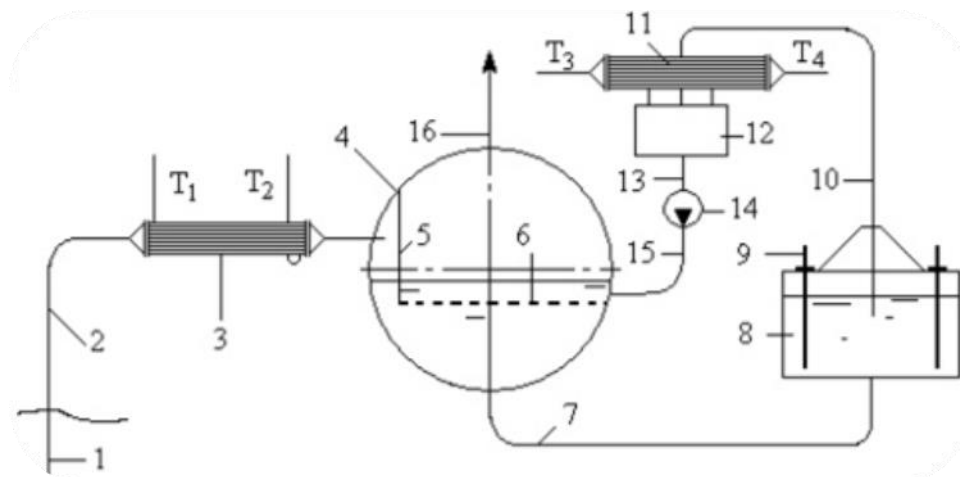
пенное кольцо. С этого момента пары ртути в составе газообразных продуктов, проходя через лопаточный аппарат, вступают в контакт с пенным кольцом, взаимодействуют с гипохлоритом натрия с образованием твердых солей HgCl_2 и Hg_2Cl_2 , которые стекают вместе с водой по внутренней стенке эмульгатора и далее поступают в осадитель [5].



1- газоотводящая скважина; 2,7,11,17 - трубопровод; 3,9 - теплообменный аппарат; 4 - горизонтальная цилиндрическая емкость; 5 - глухой щит; 6 - погружной перфорированный щит; 8,16 - осадитель; 10 - растворный узел; 12 - насос; 13 - эмульгатор; 14 - тарелка; 15 - патрубок; 18 - пенное кольцо; 19 – дымосос [5]

Рисунок 1 - Технологическая схема попутного извлечения ртути при ПГУ

Вторым извлекаемым химическим элементом из комплекса газов является мышьяк. В горизонтальной цилиндрической емкости (рисунок 2) глухим щитом газообразные продукты направляются в водное пространство – под погружной перфорированный щит, где они охлаждаются до температуры значительно ниже температуры конденсации паров мышьяка. Газообразный мышьяк и его соединения, содержащиеся в продуктах ПГУ, конденсируются и растворяются в воде. Далее водный раствор мышьяка и его соединений поступает в испаритель, в котором, за счет снижения давления до атмосферного происходит кипение водного раствора. Для поддержания кипения водного раствора в испарителе включают электронагревательные элементы. За счет повышенной температуры поверхности нагревательного элемента на его стенке кристаллизуются мышьяк и его соединения. По мере увеличения слоя кристаллов мышьяка и его соединений на нагревательных элементах, последние меняют на чистые по очереди, тем самым выводя мышьяк и его соединения из циркуляционного контура [6].



1- газоотводящая скважина; 2,7,10,13,15,16 - трубопровод; 3 - теплообменный аппарат;
 4 - цилиндрическая емкость; 5 - глухой щит; 6 - погружной перфорированный щит;
 8 - испаритель; 9 - нагревательный элемент; 11 - конденсатор; 12 - конденсатный бак;
 14 – насос [6]

Рисунок 2 - Технологическая схема попутного извлечения мышьяка при ПГУ

Помимо ртути и мышьяка, также из состава газов ПГУ возможно извлечь такие химические элементы, как рений, селен и платина. Рациональная отработка некондиционных запасов методом подземной газификации углей позволит более полно извлекать полезные ископаемые из недр, а также получить редкие химические элементы, которые могут в дальнейшем быть использованы в промышленности [7].

Способ ПГУ уже применялся на шахтах Кузбасса, в частности на Южно-Абинской станции, которая эксплуатировала участок Киселевско-Прокопьевского каменноугольного месторождения. В границах горного отвода станции имелось 23 пласта, мощностью от 2 до 6,5 м, глубиной залегания от 50 до 300 м, с углом наклона 35 градусов. Южно-Абинская станция разрабатывала угли марки ГЖ. Максимальная выработка газа станцией составила 450 млн м³/год, что соответствует газификации 190 тыс. т/год угля. За время своего существования Южно-Абинской станцией было сгазифицировано ориентировочно 16 млн. т углей и получено свыше 50 млрд. м³ газа с использованием его для энергетики, теплофикации и получения химических продуктов [8].

Таким образом, технология подземной газификации углей вполне может быть применима на угольных месторождениях Кузбасса, она имеет ряд существенных достоинств, среди которых следует отметить:

- ликвидация тяжелого труда под землей;
- уменьшение капитальных затрат по сравнению со строительством глубоких шахт и разрезов;
- получение ценных химических продуктов;
- более полная отработка месторождений.
- Однако следует также учесть и недостатки данной технологии:

- низкие химические и энергетические КПД газификации;
- химическое и тепловое загрязнение подземных вод, загрязнение атмосферы участка, подземного газогенератора, продуктами газификации и термического разложения угля.

Библиографический список

1. Разработка технико-технологических решений для отработки остаточных запасов в пределах горного отвода шахты «Есаульская» / А.М. Никитина, С.В. Риб, Д.М. Борзых // В сборнике: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Новокузнецк, 2021. - С. 126-130.

2. Доработка остаточных запасов ООО Шахта «Полосухинская» А.М. Никитина, С.В. Риб, Д.М. Борзых // В сборнике: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева. 2020. - С. 162-167.

3. Угольная база России. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский бассейны; месторождения Алтайского края и Республики Алтай). – Т. II. – М. – ЗАО «Геоинформцентр», 2003. – 604 с.

4. Обоснование целесообразности освоения нового угленосного района Кузбасса (Терсинского): отчет о НИР (заключ.) / Институт угля и углехимии Сибирского отделения РАН; рук. темы В. А. Федорин, исп. С. Н. Лазаренко. – Кемерово, 2005. – 150 с. – No ГР 0120.0 412567.

5. Пат. 2392431 Российской Федерации, МПК E21C 41/18, E21B 43/295. Способ комплексного освоения угольного месторождения / Анферов Б. А., Кузнецова Л.В.; заявитель патентообладатель ИУ СО РАН. No 2009106545; заявл. 24.02.2009; опубл. 20.06.2010, бюл. No 17. 6 с.

6. Пат. 2392432 Российской Федерации, МПК E21C 41/18, E21B 43/295. Способ комплексного освоения угольного месторождения / Анферов Б. А., Кузнецова Л.В.; заявитель патентообладатель ИУ СО РАН. No 2009106360; заявл. 24.02.2009; опубл. 20.06.2010, бюл. No 17. 5 с.

7. Анферов Б.А. Подземная газификация угля – перспективное направление комплексного освоения месторождений Кузбасса / Б.А. Анферов, Л.В. Кузнецова // Вестник КузГТУ. 2013. №5 (99). CYBERLENINKA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/podzemnaya-gazifikatsiya-uglya-perspektivnoe-napravlenie-kompleksnogo-osvoeniya-mestorozhdeniy-kuzbassa/viewer>

8. Подземная газификация угля в РФ // allbest [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://otherreferats.allbest.ru/geology/00910044_0.html?ysclid=19pmwk2syq188072901.

ПРИМЕНЕНИЕ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ ФРИКЦИОННОГО ТИПА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Елкина Д.И.

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.,
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: yolkinadasha00@gmail.com*

В данной статье рассмотрены виды анкерного крепления, их достоинства, также рассмотрены сталеполимерные анкеры и анкеры фрикционного типа, их различия между друг другом.

Ключевые слова: сталеполимерный анкер, фрикционный анкер, анкерные крепи с фрикционным закреплением, анкерная крепь, горная выработка, шахта.

Для обеспечения высоких темпов проведения и безремонтного поддержания подготовительных выработок, особенно в зонах геологических нарушений и повышенного горного давления, производятся дополнительные работы по возведению крепей усиления и упрочнения углепородного массива. Эти мероприятия снижают темпы подвигания очистных забоев на 40-60 %, при этом, необходимо тратить дополнительные материальные затраты [1].

Как в России, так и за рубежом, оптимальным решением является крепление подготовительных горных выработок анкерными крепями, в том числе и для геологических нарушений. Благодаря анкерному креплению увеличиваются темпы проведения и снижаются расходы на поддержание подготовительных выработок [2-4].

Анкерное крепление имеет ряд преимуществ, таких как [5]:

- сокращение затрат на хранение и транспортировку материала;
- меньший размер выработки в проходке, необходимый для достижения того же сечения в свету, по сравнению с другими видами крепи;
- предотвращение любых заметных сводовых деформаций быстрой установкой анкеров после прохождения выработки;
- улучшение вентиляции понижением аэродинамического сопротивления воздуху через устранение преград, типа костров, стоек и верхняков;
- обеспечение крепления к кровле балок монорельсовых транспортных средств без риска смещения крепи;
- обеспечение удобной подвески различных труб и электрических кабелей.

Сущность анкерной крепи заключается в подвеске неустойчивой части массива к устойчивой, а также для сшивки слоев кровли. Анкерное крепление очень разнообразно и делится на разные категории [5]:

По глубине анкерования различают две схемы:

- анкеры первого уровня (длина до 3,0 м);
- анкеры второго уровня (длина составляет 3,0 – 10 м и более)

По жесткости анкерного стержня различают:

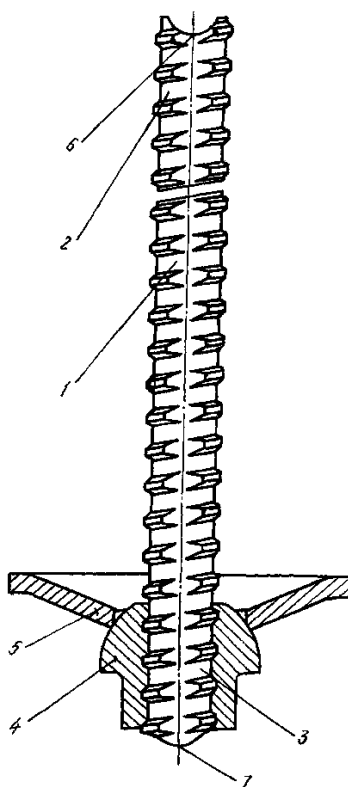
- жесткие (сталь, дерево и другие)
- гибкие (канатные)

По типу взаимодействия со стенками шпуров или скважин анкеры подразделяют на:

- замковые
- беззамковые (сталеполимерные, фрикционные, винтовые)
- комбинированные

В настоящее время общее количество использования анкеров в США достигает около 100 млн. шт./год. Этот вид крепления успешно внедряется в подземных выработках горных предприятий Франции, Австралии и Польши.

В Кузбассе более чем 95 % горных выработок закреплены сталеполимерными анкерами (см. рисунок 1) со смолами в ампулах. Благодаря свойствам смолы возможно устанавливать анкера глубокого заложения в сложных условиях [6].



(1 - стержень, 2 – замковая концевая часть, 3 – хвостовая концевая часть,
4 – натяжная гайка, 5 – опорная шайба, 6 – профильный седловидный срез,
7 – взаимоответный выпуклый овал)

Рисунок 1 – Сталеполимерный анкер

Наибольшее применение в мировой практике и перспективу развития имеют беззамковые классы анкеров:

- сталеполимерные анкеры;
- анкеры, закрепляемые минеральными заполнителями;

- анкеры, закрепляемые смоляно-цементными смесями;
- фрикционные (Swellex, Split Set, с резиновой втулкой);
- винтовые;
- комбинированные.

Анкеры Swellex компании Atlas Copco – это высокотехнологический продукт современной технологии крепления выработок. Важной отличительной особенностью анкеров Swellex относится – материал, из которого он изготавливается – это специальная марка стали, позволяющая анкеру удлиняться при воздействии на него горного давления. Величина пластической деформации этой стали составляет не менее 20%.

При установке анкера Swellex™ используется принцип гидрораспора трубки, торцы которой перекрыты глухими гильзами. Одна из гильз имеет отверстие, по которому подаётся вода внутрь трубки. При давлении воды на внутренние стенки тела анкера, он раскрывается по всей длине. Установленный в шпуре анкер во время раскрытия передаёт давление воды в массив, тем самым дополнительно уплотняя его. Анкеры Swellex наибольшее применение могут найти на обводненных месторождениях.

Анкерная крепь фрикционного типа была изобретена в США в 1974 г. Наиболее распространенный на сегодняшний день вариант исполнения фрикционного анкера – это анкер с С-образным сечением, который представляет собой полую трубу с прорезью по всей длине, с сужением в виде конуса в начале стержня (рисунок 2).

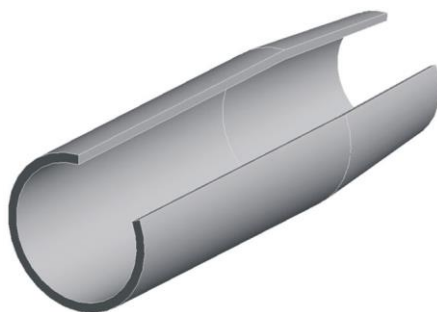


Рисунок 2 – Общий вид фрикционного анкера с С-образным сечением

За рубежом используют именно такой тип анкера, поскольку, такой вид анкерного крепления, позволяет быстро устанавливаться без использования дополнительных материалов и дополнительного оборудования, что существенно повышает производительность процесса крепления.

Как показывает зарубежный опыт, перспективным является их использование для крепления выработок на месторождениях, склонных к горным ударам.

Принцип действия анкерной крепи с фрикционным закреплением основан на установке фрикционного анкера определенного диаметра в шпур с меньшим диаметром. При этом стержень анкера сжимается, что приводит к появлению распорного усилия стенок стержня анкера на стенки шпура. При последующем нагружении анкера он удерживается в шпуре за счет силы

трения между анкером и породой [7].

Для того, чтобы понять, какое крепление все же лучше использовать, был проведен следующий анализ (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Сравнение сталеполимерного анкерного крепления и фрикционного анкерного крепления

Параметры	Сталеполимерное	Фрикционное
Установка анкеров во влажной среде	очень плохо	хорошо
Свободный выбор диаметра шпура	плохо	плохо
Свободный выбор диаметра стержня анкера	плохо	нормально
Быстрота установки и несения нагрузки	нормально	хорошо
Максимальная несущая способность	хорошо	нормально
Экологическая безопасность	плохо	отлично
Транспортировка и хранение	плохо	отлично

Исходя из сравнительного анализа, следует, что у фрикционного анкерного крепления намного больше достоинств, нежели у сталеполимерного. Основным фактором, обеспечивающим несущую способность фрикционного анкера, является нагрузочная способность упора, выполняемого на стержне и взаимодействующего с опорной плитой, где упор выполняется штамповкой из материала стержня.

Выводы. Анкерные крепи с фрикционным закреплением могут найти свое совершенствование и развитие при использовании на угольных шахтах России.

Библиографический список

1. Волошин В.А. Геомеханический прогноз устойчивости подготовительных выработок в зонах геологических нарушений и повышенного горного давления / дисс. к.т.н. Волошин В.А. – Новокузнецк, 2002. – 152 с.
2. Елхимов Д.Е. Анализ опыта применения анкерной крепи на угольных шахтах / Д.Е. Елхимов, М.А. Денисов ; науч. рук. С.В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 1-3 июня 2016 г. - Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2016. - Вып. 20. Ч. III. Естественные и Технические науки. – С. 96-99.
3. Риб С.В., Никитина А.М., Борзых Д.М. Обоснование параметров анкерного крепления горных выработок, проводимых по первому слою пласта III в условиях дизъюнктивных и пликативных нарушений с дробленными и обводненными породами в условиях ОАО "Шахта "Сибиргинская"//Вестник СибГИУ. -2013. -№ 3(5). - С. 24-27.
4. Исследование устойчивости подготовительных горных выработок / В.А. Волошин, С.В. Риб, М.А. Денисов, Е.В. Черешнева, В.С. Риб // Вестник СибГИУ. - 2016. - № 4 (18). - С. 27-31.

5. Янак А.С. Проблема анкерного крепления горных выработок угольных шахт / А.С. Янак – 2005. // CYBERLENINKA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-ankernogo-krepleniya-gornyh-vyrobotok-ugolnyh-shaht/viewer>

6. Ремезов А.В. О развитии и состоянии анкерного крепления / А.В. Ремезов, Л.М. Коновалов, Р.А. Иванов, В.М. Ануфриев // CYBERLENINKA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-razvitii-i-sostoyanii-ankernogo-krepleniya/viewer>

7. Кречетов А. А. Анкер трубчатый фрикционный типа / А.А. Кречетов. – 2021 // Глобус. Геология и бизнес [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vnedra.ru/tehnika/oborudovanie/anker-trubchatyj-frikzionnyj-tipa-atf-w-profilya-kompanii-ooo-oks-povyshenie-nesushhej-sposobnosti-ankernoj-krepi-pri-snizhenii-ee-materialoemkosti-15607/>

УДК 622.235

МЕТОДИКА ТЕСТИРОВАНИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА ВЫЕЗДНОЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ

Михайлов Д.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье предложен алгоритм работы передвижного тормозного стенда, который обеспечивает автоматическую обработку и передачу результатов тестирования тормозной системы автотранспорта, которые представлены протоколами измерений.

Ключевые слова: тестирование тормозной системы, карьер, автотранспорт, техническое состояние, стенд.

В настоящее время используются как бесстендовые, так и бортовые средства тестирования тормозной системы автотранспорта, позволяющие в условиях эксплуатации транспортных средств оценить техническое состояние тормозного механизма, а посредством различных теоретических разработок добиться методами технической эксплуатации безотказной его работы с минимальными затратами на ремонт и обслуживание, что в итоге благотворно скажется на качестве производственного процесса [1-3].

Мобильный стенд обычно отличается от стационарного меньшей высотой и наличием заездов (аппарелей) для того чтобы стенд не требовал заглубления в фундамент. Стенд может работать под открытым небом, а подключить его достаточно к столбу или генератору соответствующей мощности.

Основным преимуществом передвижных стендов импортного производства является, прежде всего, качественная механика. Стенды ведущих

импортных производителей практически не нуждаются в ремонте и могут интенсивно работать, конечно, при соблюдении условий эксплуатации, без серьезных сбоев десятков-два лет. Недостаток – программное обеспечение, которое обычно разрабатывается программистами изготовителя и не учитывает многих российских особенностей. На данный момент отношение цена-качество на стороне отечественных производителей.

Процедура тестирования автомобиля управляется с пульта дистанционного управления либо с клавиатуры, обрабатывается и запоминается, визуализация тестирования с помощью монитора, все изображения в 3D графике, печать результатов на принтере, интерфейс для подключения пластины увода, газоанализатора, дымомера, тахометра, прибора проверки света фар и других компонентов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Стенд тестирования тормозной системы автотранспорта

Диагностическая линия позволяет проводить техосмотр, текущий контроль и диагностику параметров автомобиля, а именно: диагностику тормозной системы, рулевого управления, определять размер увода автомобиля от прямолинейного движения в мм/м.

Существует несколько видов стендов и приборов, использующих различные методы и способы измерения тормозных качеств:

- статические силовые;
- инерционные платформенные;
- инерционные роликовые;
- силовые роликовые стенды;
- приборы для измерения замедления автомобиля при дорожных испытаниях.

Принцип действия инерционного платформенного стенда основан на измерении сил инерции (от поступательно и вращательно движущихся масс), возникающих при торможении автомобиля и приложенных в местах контакта колес с динамометрическими платформами. Такие стенды иногда используются на предприятиях автотехобслуживания для входного контроля тормозных систем или экспресс-диагностирования транспортных средств.

Инерционные роликовые стенды имеют ролики, которые могут иметь привод от электродвигателя или от двигателя автомобиля. В последнем слу-

чае ведущие колеса автомобиля приводят во вращение ролики стенда, а от них с помощью механической передачи – и передние (ведомые) колеса.

После установки автомобиля на инерционный стенд линейную скорость колес доводят до 50...70 км/ч и резко тормозят, одновременно разобрав все каретки стенда путем выключения электромагнитных муфт. При этом в местах контакта колес с роликами (лентами) стенда возникают силы инерции, противодействующие тормозным силам. Через некоторое время вращение барабанов стенда и колес автомобиля прекращается. Пути, пройденные каждым колесом автомобиля за это время (или угловое замедление барабана), будут эквивалентны тормозным путям и тормозным силам.

Тормозной путь определяют по частоте вращения роликов стенда, фиксируемой счетчиком, или по продолжительности их вращения, измеряемой секундомером, а замедление — угловым деселерометром представленным на рисунке 2.

Метод, реализуемый инерционным роликовым стендом, создает условия торможения автомобиля, максимально приближенные к реальным.

Силовые роликовые стенды с использованием сил сцепления колеса с роликом позволяют измерять тормозные силы в процессе его вращения со скоростью 2.10 км/ч. Вращение колес осуществляется роликами стенда от электродвигателя. Тормозные силы определяют по реактивному моменту, возникающему на статоре мотор-редуктора стенда при торможении колес.



Рисунок 2 – Данные контроля тормозной системы автомобиля:
1 - индикация проверяемой оси; ПО - рабочий тормоз передней оси;
СТ - стояночная тормозная система; ЗО - рабочий тормоз задней оси

При испытании на роликовых тормозных стендах, когда усилие передается извне (от тормозного стенда), физическая картина торможения не нарушается. Тормозная система должна поглотить поступающую извне энергию даже несмотря на то, что автомобиль не обладает кинетической энергией.

Есть еще одно важное условие – безопасность испытаний. Самые безопасные испытания – на силовых роликовых тормозных стендах, поскольку кинетическая энергия испытываемого автомобиля на стенде равна нулю. В

случае отказа тормозной системы при дорожных испытаниях или на площадочных тормозных стендах вероятность аварийной ситуации очень высока.

По совокупности своих свойств именно силовые роликовые стенды являются наиболее оптимальным решением как для диагностических линий станций техобслуживания, так и для диагностических станций, проводящих гостехосмотр.

Динамику процесса торможения можно наблюдать в графической интерпретации. График показывает тормозные силы (по вертикали) относительно усилия на педали тормоза (по горизонтали). На рисунке 3 отражены зависимости тормозных сил от усилия нажатия на педаль тормоза как для левого колеса (верхняя кривая), так и для правого (нижняя кривая).

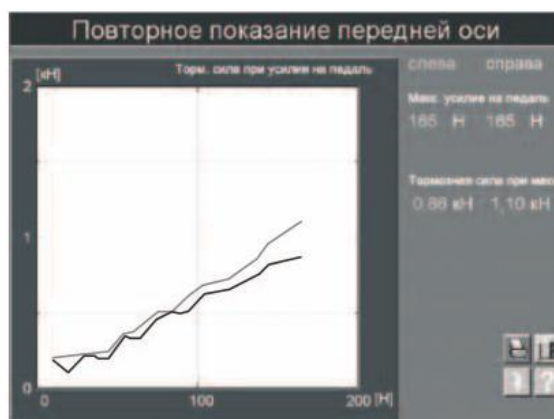


Рисунок 3 – Графическое отображение динамики процесса торможения

На передвижных стендах можно измерять: тормозной момент, тормозной путь, замедление, время срабатывания привода и время срабатывания тормозных механизмов. Следует отметить, что тормозной момент измеряется при динамическом коэффициенте трения тормозных накладок о барабан. Динамический коэффициент не равен статическому, как это иногда принимают в практике. Кроме того, симптом-тормозной (остановочный) путь является наиболее емким и наглядным для оценки технического состояния тормозной системы в целом, т. к. любая неисправность в ней влияет на его величину.

Внедрение передвижной лаборатории по диагностике исправности тормозной системы карьерного автотранспорта позволило существенно сократить расходы на передвижение транспортных средств на стационарные стендовые испытания. Проведение сервисных мероприятий практически на рабочем месте в условиях рабочего карьера привело к экономии не только дизельного топлива, но и трудовых ресурсов. А так же снизило непроизводительные простои водителей большегрузных автомобилей.

Библиографический список

1. Казарез А.А., Кулешов А.А. Эксплуатация карьерных автосамосвалов с электромеханической трансмиссией. М.: Недра, 1988. – 264 с.

2. Зырянов И.В. Совершенствование технического обслуживания карьерных самосвалов грузоподъемностью 110 – 136 т / И.В. Зырянов, С.Ф. Пацианский // Горный журнал. – 1999. – №7. – С. 66-68.

3. Прочность, ресурс и безопасность машин и конструкций / Под ред. Н.А.Махутова, М.М.Гаденина. М.: ИМАШ РАН, 2000. – 528 с.

Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы / П.Л. Мариев, А.А. Кулешов, А.Н. Егоров, И.В. Зырянов – Спб.: Наука, 2004. – 429 с.

УДК 622.861:622.235

МОНИТОРИНГ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ РАЗРЕЗА "МЕЖДУРЕЧЕНСКИЙ" ПРИ РАЗНЫХ СХЕМАХ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ

Михайлов Д.С.

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье обосновывается использование придонных компенсаторов при изменении конструкции заряда, что позволяет значительно снизить сейсмическое воздействие от массовых взрывов, а так же экономить средства предприятия на использовании взрывчатых веществ.

Ключевые слова: угольный разрез, массовый взрыв, скважинный заряд, мониторинг, придонные компенсаторы.

На разрезе «Междуреченский» для бурения взрывных скважин используются шарошечные буровые станки с диаметром буримых скважин 216 мм. Высота рабочего уступа зависит от физико-механических свойств горных пород и полезного ископаемого, горно-геологических условий их залегания и параметров оборудования. Для условий разреза «Междуреченский», в соответствии с принятым буровым и выемочно-погрузочным оборудованием, наиболее характерная высота уступа равна 8-15 метров при транспортной технологии. Высота добычного уступа ограничена мощностью угольного пласта и составляет 12 метров. При разработке мелкоблочных пород по транспортной технологии уступами высотой равной 10÷12 м применяются вертикальные скважины.

Для ведения взрывных работ на открытых горных работах разреза применяются, в основном простые ВВ, изготавливаемые на ОАО «Знамя» или непосредственно на местах производства взрывных работ:

– для взрывания сухих скважин – Гранулит УП, Гранулит РД, Гранулит ПС, Эмулин, Эмульсолит А-20, Эмульсолит П А-20, Эмигран П25;

– для взрывания слабо обводненных скважин – Эмулин и комбинация водоустойчивых и неводоустойчивых ВВ;

– для взрывания сильно обводненных скважин – Эмульсолит А-20, Эмульсолит ПА-20, Эмигран П25;

– для инициирования скважинных зарядов ВВ – шашки ПТ-П750, ПТ-П500, аммонит № 6ЖВ патронированный 32; 60; 90 мм, патронированное ЭВВ – ДЭМ 55 мм.

Анализ сведений, приведенных в "Типовом проекте ведения буровзрывных работ на разрезе «Междуреченский» и "Проектах на массовые взрывы", позволил выявить ряд недостатков в организации взрывных работ. Несмотря на многообразие вариантов проектных решений, в практике зачастую для уменьшения величины развала породы при взрыве, использовались врубовые схемы короткозамедленного взрывания со сплошным скважинным зарядом [1,2]. В породах с коэффициентом крепости $f=3-4,5$ по шкале проф. М. М. Протоdjяконова интервалы замедлений в схемах короткозамедленного взрывания составляли 25 мс.

Анализ показывает, что все перечисленные технические решения не способствуют снижению сейсмического эффекта при массовых взрывах.

В тоже время основной задачей организации ведения взрывных работ на разрезе, проводящем горные работы в непосредственной близости от охраняемых объектов, является повышение безопасности ведения взрывных работ при обеспечении производственной мощности. Проблема заключается в согласовании с шахтой максимальной суммарной массы ВВ, взрываемой на блоке при подготовке пород к выемке. На рисунке 1 представлена схема конструкции активной забойки скважинных зарядов.

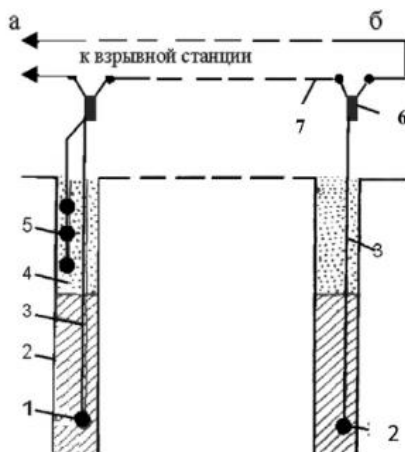


Рисунок 1 - Схема формирования конструкции активной забойки скважинных зарядов ВВ: с активной забойкой (а); с обычной забойкой (б); 1 – основной заряд ВВ, 2 – боевик, 3 – ДШ, 4 – инертная забойка, 5 – заряды ВВ, 6 – электродетонатор, 7 – магистральный провод

Для оценки возможных последствий сейсмического воздействия массовых взрывов на горные выработки проведем расчет предельной массы мгновенно-

венно взрываемого заряда. Установим изменения пространственно-временных параметров разрушения породного массива скважинными зарядами при глубине скважин 12 м, диаметре 0,214 м и высотой колонки заряда 8 м.

Поскольку критерием сейсмической опасности сотрясений при взрывах считается максимальная скорость колебаний массива, то она не должна превышать допустимых значений для указанных объектов.

Жилые здания в Междуреченском районе по состоянию относятся к II категории (в несущих конструкциях трещины до 0,5 мм). В стенах из кирпича и крупных блоков до 3 мм. Вертикальность массива фундамента принимается с нарушением, повреждения принимаются в размере до 40 %). По СНиП 2.01.07-85 здания относятся к II классу ответственности. Грунты (суглинки и глины мягкопластичные) в основаниях зданий и сооружений в Междуреченском районе согласно классификации, ГОСТ 25100-95 соответствуют II группе.

Допустимые скорости колебаний грунта для бескаркасных зданий с несущими стенами жилые здания с II классом ответственности по данным РТМ 36.22.91 составляют – 2,0 см/с в зависимости от срока службы сооружения и технических характеристик объекта.

Методика сейсмоакустического профилирования основывается на регистрации исходной сейсмической информации по продольным и поперечным волнам с поверхности горного участка.

Регистрирующая система позволяет оценить влияние сейсмических волн от взрывов ВВ на область массива, где располагается поверхностное здание.

Метод позволял определить скорость распространения сейсмических волн, их амплитуду.

Исследования проводились по двум сейсмоакустическим профилям по методу общей глубинной точки на продольных и поперечных волнах с использованием сейсморегистрирующей станции.

Запись сейсмических колебаний производится при помощи виброметра цифрового интеллектуального ZET 7156. Виброметр цифровой интеллектуальный ZET 7156 требует для работы сеть электропитания, поставляется с адаптером 220 вольт, который преобразует питание из розетки с 220 вольт на 12 вольт. Основные преимущества виброметра цифрового интеллектуального – это компактность, надежность, неприхотливость к условиям работы, автономность, простота обработки полученных данных, не требует тонкой настройки перед началом использования, гораздо дешевле аналогов, существующих на рынке.

На дневной поверхности определялась скорость распространения сейсмических волн в массиве до наклонных стволов и амплитуда колебаний волн.

При этом средняя скорость распространения продольной волны в массиве составляет 2,73 км/с, средняя частота 46-42 Гц, для поперечной волны средняя скорость и частота составляют соответственно 1,12 км/с и 44,75-39,75 Гц.



Рисунок 2 – Регистрация сейсмических колебаний с применением цифрового сейсмометра ZET 7156

Данные приведены в логарифмическом масштабе для того, чтобы более подробно рассмотреть сигнал на низких частотах, являющихся информативными, и иметь общее представление о сигнале на высоких частотах, которые содержат шумы техногенного характера, и их необходимо отфильтровать (рисунок 2).

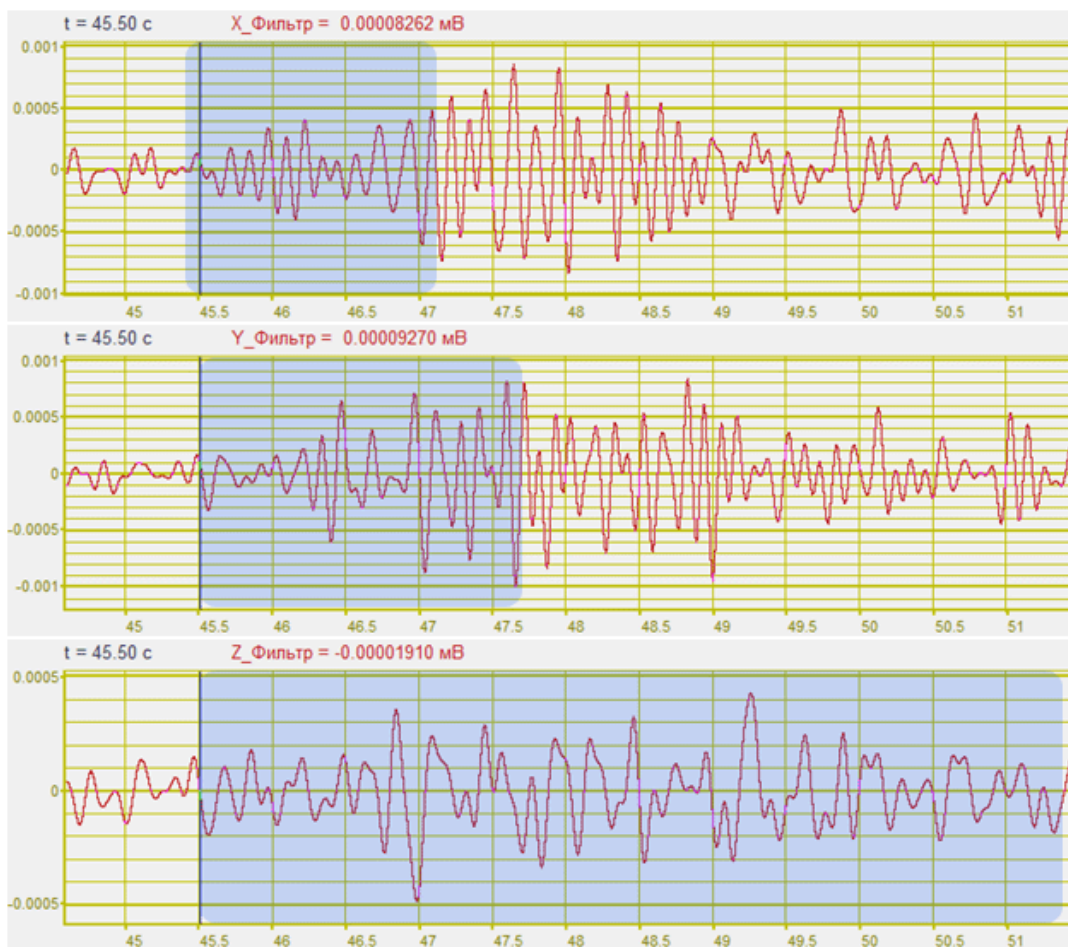


Рисунок 3 – Сейсмограммы. Компоненты одного из сейсмодатчиков: X-верхний, Y-средний, Z-нижний графики. Показания после полосовой фильтрации. Данные представлены в относительном времени

Сравнительным анализом временной реализации данных по осям X, Y и Z до и после проведения цифровой фильтрации в полосе 1-10 Гц виден существенный выигрыш – факт наличия события отчетливо виден на сейсмограммах:

- $\pm 1-3$ секунд для показаний по оси X;
- $\pm 1-5$ секунд для показаний по оси Y;
- по оси Z факт наличия события невозможно определить (либо с погрешностью более 10 секунд);

В результате выполненных работ получены следующие выводы.

1. Оценка влияния массовых взрывов без изменения конструкции скважинного заряда на состояние поверхностных зданий показала, что смещение пород в приконтурных слоях за период наблюдений (5 месяцев) составило 7,13 мм, Скорость смещения изменялась от 0 до 0,25 мм/сут.

2. Скорость смещения пород не зависит от общей массы заряда ВВ на взрываеом блоке, а зависит от массы заряда ВВ, взрываеомого одновременно в группе (серии) или в скважине.

3. Для повышения безопасности производства взрывных работ по вскрыше угольного пласта необходимо внести изменения в конструкцию заряда, в т. ч. диаметр заряда и длина должны быть меньше диаметра и длины скважины.

4. Заряд рассредоточить с возможностью внутрискважинного замедления. Образовавшиеся промежутки заполнять низкоплотным составом. Замедление между зарядами должно быть не менее 35-40 мс. При этом общая масса заряда ВВ на блоке регламентируется только потребностью обеспечения горной массой экскаватора для производительной его работы.

Использование придонных компенсаторов при изменении конструкции заряда позволяет значительно снизить сейсмическое воздействие от массовых взрывов, а так же экономить средства предприятия на использовании взрывчатых веществ.

Предложенный метод адаптации детектора позволяет автоматически определять участок сейсмограммы, что обеспечивает высокую точность в определении момента вступления волн. Математический аппарат ZETLab позволяет настраивать систему в кратчайшие сроки, позволяя изменять различные параметры алгоритма во время работы системы, без реконфигурации работы аппаратной части и остальных программ комплекса.

Библиографический список

1. Сытенков В. Н. Управление пылегазовым режимом глубоких карьеров. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2003. – 288 с.
2. Гуринов С. А., Норов Ю. Д., Тухташев А. Б. Схема работы активной забойки. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – No 5. – С. 132–138.

ПОДГОТОВКА ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ОТВАЛА К ГИДРОТРАНСПОРТУ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТКРЫТЫХ ВЫРАБОТОК

Курдюков М.О., Тыринов Д.С., Матвеев А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Чаплыгин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: chief.a.v@mail.ru*

Рассмотрен способ подготовки вскрышных пород отвала к гидротранспорту при рекультивации открытых выработок.

Ключевые слова: экскаватор, рекультивация, гидротранспорт, дробильная установка.

Гидротранспорт пород отвалов предусматривает транспортирование кусков, крупность которых определяется диаметром трубопровода и проходными размерами землесосов, загрузочных аппаратов или другого оборудования. Надежная работа гидротранспорта гарантируется, если куски на 20-30% меньше проходных размеров рабочего колеса грунтовых насосов и не превышает $\frac{2}{3}$ диаметра трубы. При современном техническом уровне на карьерах максимальный размер кусков, транспортируемых по трубопроводам, составляет 180-200 мм. В работе Г.А. Нурка [1] диаметр трубопровода выбирается по условию, что он должен быть 2,5-3 раза больше максимального транспортируемого куска.

Следовательно, для гидротранспорта пород отвалов крупность кусков не должна превышать 200 мм, которая может быть обеспечена путем применения специальных экскаваторов с цилиндрическим рабочим органом, дробилок ударного действия, интенсификации взрывных работ и др. способов и технических средств.

Вопрос об изготовлении специальных экскаваторов, дробилок ударного действия, интенсификации взрывных работ подлежит научным исследованиям.

Эффективным является применение самоходных или полустационарных дробилок, тип которых выбирается по максимальной крупности кусков, производительности, физико-механическим свойствам пород, экономичности и степени дробления.

Для подготовки полускальных пород к гидротранспорту при гидравлическом вскрытии месторождений был разработан в московском горном институте и изготовлен самоходный агрегат АДП-400 с использованием роторной дробилки СМ Д-87, который прошел промышленные испытания на угольном разрезе Кузбасса им. 50-летия Октября [2]. Испытания проводились при гидротранспорте аргиллитов, алевролитов и песчаников с пределом прочности на растяжение 4-5,4 МПа.

Технологическая схема включала в себя экскаватор ЭКГ-4,6 для погрузки взорванной горной массы. После дробления в агрегате порода подавалась в бункер-гидроэлеватор, где происходил процесс пульпоформирования.

Из бункера-гидроэлеватора землесосом ЗГМ-2М пульпа подавалась в загрузочный аппарат АЗТ-500, из которого она по магистральному трубопроводу подавалась на гидроотвал на расстояние 2300 м, высота подъема пульпы 65 м.

Результаты испытаний получили положительную оценку, но в период перестройки угольной промышленности не нашли своего применения.

Более широкое применение нашел самоходный бункер с щековой дробилкой, грохотом и наращиваемым скребковым конвейером для получения щебня.

Максимальная крупность кусков вскрышных пород, подлежащих дроблению, не должна превышать 1200 мм, так как приемные отверстия дробилок не позволяют принимать более крупные куски. Для дробления кусков такой крупности можно использовать однороторные, щековые и конусные дробилки.

В таблице 1 приведен средний фракционный состав взорванных пород на разрезах Кузбасса.

Таблица 1 - Фракционный состав пород на угольных разрезах Кузбасса

Породы	Содержание фракций (%) крупностью, мм				
	- 600	600-800	800-1000	1000-1200	+1200
Алевролиты	70,1	20,1	9,8	-	-
Средневзрываемые песчанники	53	20,1	14,6	7,5	4,1
Трудновзрываемые песчанники	43,4	12,3	15,3	13,3	5,7

Анализ фракционного состава пород отвалов разрезов Кузбасса показывает, что для заданной производительности установки 300-400 м³/ч по твердому для дробления может быть использована любая дробилка, которые соответствуют критериям прочности, упругости и содержания окиси кремния.

У конусных дробилок при ширине разгрузочной щели 180 мм максимальная крупность отдельных кусков после дробления составляет 350-400 мм. Аналогичную крупность кусков обеспечивают и щековые дробилки.

У роторных дробилок максимальная крупность кусков после дробления составляет 100-150 мм. Они в 4-5 раз дешевле конусных и щековых дробилок при одинаковой же мощности и имеют меньшую массу при меньших затратах на монтаж, так как затраты на монтаж пропорциональны массе дробилки. Обладая меньшей массой, полустационарные и стационарные роторные дробилки не требуют массивного фундамента.

На самоходных агрегатах наиболее удобно использовать дробилки ударного действия, которые при одинаковой производительности со щеко-

выми дробилками имеют в 5 раз меньшую массу и характеризуются высокой степенью дробления, что позволяет при одинаковом размере выходной щели иметь большие параметры приемного отверстия. Достоинство дробилок ударного действия имеет значение для условий гидротранспорта, так как крупность горной массы достигает более 1200 мм.

Дробилки ударного действия наиболее удобны в эксплуатации и могут быть использованы для крупного, среднего и мелкого дробления.

После буровзрывной подготовки полускальных пород к выемке, взорванная горная масса содержит до 80% кусков породы крупностью более 200 мм, поэтому очень важно с точки зрения производительности погрузочных машин, которые используются для разбивки негабаритов, и дробильных установок, обеспечивающих подготовку пород к гидротранспорту установить размеры негабаритов и крупных кусков аналитически.

Исследования показывают, что на угольных разрезах Кузбасса поверхность отработанных площадей после добычи полезного ископаемого образуется комплексами пород, характерными для каждого конкретного месторождения.

Горные породы в местах их естественного залегания находятся в ином состоянии, чем отвальная масса. Различия заключаются в характере сложения, прочностных свойств, механического состава, водно-физических и других показателей, которые обуславливают своеобразие изменения пород в отвалах и разрезе.

В комплексе пород, слагающих каменноугольные месторождения Новокузнецкого района Кемеровской области, преобладают песчаники, аргиллиты и алевролиты, встречаются углистые аргиллиты, сидериты и конгломераты. В покровных породах основная масса частиц мельче 0,05 мм.

Породы угленосной толщи относятся к сцементированным грунтам типа полускальных, цемент чаще глинисто-карбонатный, карбонатный, глинистый. По своим физико-механическим показателям литологические разновидности довольно близки между собой, такие свойства как прочность, влажность, объемная масса, упругие свойства зависят от глубины залегания пород.

По технологии добычи угля породы подвергаются механическому дроблению буровзрывным способом и экскавационными работами, которые разрушают до некоторой глубины монолитное сложение. Снятие внешней нагрузки при выемке сопутствующих пород и угля приводит к изменению ряда физических свойств пород [3].

На отработанных поверхностях в силу различных причин отмечаются деформации вплоть до обрушений и оползней. Вскрытые породы разреза попадают под действие многофакторного процесса выветривания, который зависит от времени, свойств пород, микроклиматических и гидрологических условий, развития растительности и т. п. В результате происходит дробление пород, постепенное накопление мелких частиц, упрощение первоначального состава до образования конечных продуктов выветривания.

Следует ожидать, что в дальнейшем внутрикарьерная поверхность разреза будет представлена в основном глинами, суглинками и супесями – ко-

нечными продуктами выветривания аргиллитов, алевролитов и песчаников.

Библиографический список

1. Механогидравлический способ рекультивации открытых горных выработок. 2018, Прохоров Павел Андреевич, Сенкус Валентин Витаутасович, Мансуров Андрей Леонидович ГИАБ № 5 2018, с 59-63

2. Комплекс механогидравлической рекультивации нарушенных земель. Горный информационно-аналитический бюллетень. № 4. С. 395–401 2017. А.Л. Мансуров, Вал.В. Сенкус, С.В. Степанова, В.В. Сенкус

3. Гидравлическая и механогидравлическая рекультивация открытых горных выработок. 2016, Горшков Михаил Дмитриевич, Сенкус Валентин Витаутасович, Мансуров Андрей Львович, Сенкус Витаутас Валентинович Горный информационно-аналитический бюллетень. № 4, 2016 С. 131–139.

УДК 622.88 : 624.136

ПОДГОТОВКА ДАМБ НАЧАЛЬНОГО ОБВАЛОВАНИЯ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТКРЫТЫХ ВЫРАБОТОК

Бокач Н.А., Сажин М.А., Матвеев А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Чаплыгин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: chief.a.v@mail.ru*

Рассмотрен порядок подготовки дамб начального обвалования при рекультивации открытых выработок.

Ключевые слова: технологическая схема, рекультивация, намыв пород, дамба.

На основании литературных источников проводился анализ способов рекультивации открытых горных выработок для выявления возможности совмещения и разделения в пространстве и во времени открытых и подземных горных работ с рекультивацией земель.

Удерживая в первые периоды намыва гидроотвала прудок, дамба начального обвалования выполняет функцию напорного сооружения (малой плотины), поэтому на этой стадии она должна фильтровать наименьшее количество воды и быть достаточно прочной, чтобы противостоять гидростатическому давлению воды и волновому воздействию.

После отмыва пляжа и оттеснения прудка от дамбы по мере повышения гидроотвала указанные функции отпадают. Дамба становится периферической частью упорной призмы. Ее водонепроницаемость (чему, в частности, способствует ее уплотнение при возведении) в этот период имеет отрицательное значение, так как препятствует обезвоживанию внешней упорной призмы. Прочность и устойчивость дамбы обвалования в значительной мере

снижаются, так как функции упорной призмы начинает выполнять намывтый грунт.

Требования к дамбе начального обвалования в первые периоды укладки грунтов и после ее замыва неодинаковы.

В непродолжительный начальный период времени необходимо учитывать, что первоначально пруд не заполняется на полную высоту дамбы и составляет обычно 1/4-1/5 ее высоты в зависимости от рельефа местности. На некоторых участках дамбы начальный пруд не соприкасается с ней, в то время как здесь происходит намыв с образованием упорной призмы, оттесняющей прудок к центру гидроотвала.

Это приводит к сооружению дамбы из водопроницаемого материала, так чтобы она в течение всего срока намыва, кроме выполнения основных функций, служила еще дренажем для намывных грунтов. Поскольку прочность дамбы по мере намыва теряет свое значение, не следует стремиться к капитальному ее сооружению, излишне увеличивать высоту и поперечные размеры.

При проектировании и сооружении дамб начального обвалования обычно учитывают условия и требования первого периода намыва грунтов, что приводит к неправильным решениям. Дамбы возводят, как правило, водонепроницаемыми, слишком высокими и громоздкими.

Высота построенных дамб достигает 4-5 м, которая определяется из условий оборотного водоснабжения. Считается, что нормальное осветление воды в прудках гидроотвала обеспечивается при накоплении в нем 10-15-суточного запаса воды, расходуемой гидроустановками. Этот критерий является недостаточно обоснованным и не определяет степени осветления воды.

В практике гидрообвалования после намыва дамбы начального обвалования устанавливается определенная глубина прудка, а, следовательно, и его объем. В этих условиях целесообразно уменьшение высоты дамб.

Показательны в данном отношении гидроотвалы Кузбасса, высота дамб начального обвалования которых превышает 20 м и были достигнуты в условиях Кузбасса потому, что значительное число гидроотвалов овражно-балочного типа, в которых дамбы обвалования сооружены не по всему периметру.

Высота дамб обвалования зависит от технологии намывных работ.

На рисунке 1 приводится схема сооружения двух дамб на одну эстакаду. По этой схеме дамба высотой 2 м возводится бульдозером. После заполнения емкости, созданной этой дамбой, возводится следующая дамба до уровня расположения намывного пульпопровода. При этом необходимо выдерживать требуемое превышение дамбы над намывной трубой. Вторая дамба возводится также бульдозером или небольшим экскаватором-драглайном, стоящим на гребне первой дамбы. Грунт первой дамбы используется для отсыпки дамбы второго яруса.

Для возведения дамб могут быть использованы как несвязные грунты (песок, гравий, галька и т. д.), так и связные (супеси, суглинки).

Предпочтительнее использовать для дамб грунты, располагающиеся в

контуре гидроотвала, но могут использоваться привозные грунты, например, вскрышные и пустые породы, шлаки и шламы обогащения.

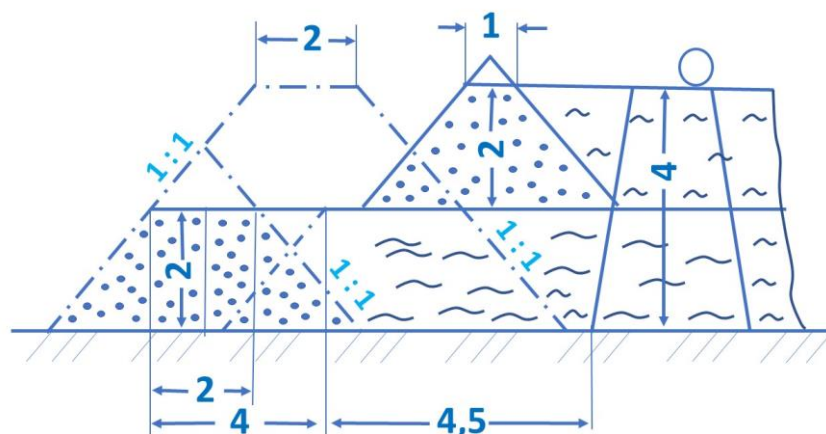


Рисунок 1 - Сооружение двух дамб на одну эстакаду

При выборе пород для сооружения дамб необходимо, чтобы коэффициент фильтрации грунта дамбы был бы не меньше, чем у намывного грунта, прилегающего к ней.

Однако необходимо учитывать, что сооружение дамб из грунта, фильтрационные свойства которого в несколько раз превосходят фильтрационные свойства намывного грунта оказывает некоторое дренирующее воздействие на намывтый из суглинков грунт, но основная часть влаги теряется при намыве путем отжатия вверх и стекания в прудок, а также путем испарения.

Если дамба или отдельная ее часть сложена из водопроницаемого материала, в случае, когда потери воды на фильтрацию из начального прудка превышают допустимые, необходимо с внешней стороны дамбы (со стороны низового откоса) пригружать основание водонепроницаемым материалом, на высоту высачивания, а после намыва первого яруса пригрузка убирается.

Перед отсыпкой дамбы подготавливают ее основание: корчуют пни, удаляют кустарник, срезают растительный слой. Грунт, используемый для ее отсыпки, не должен содержать пней, кустарников, растительных остатков, легкорастворимых солей в количестве более 6-7 %, а также торфа и илистого грунта в значительном объеме.

При расположении гидроотвала на косогоре и в овраге, когда перепад высотных отметок по контуру превышает высоту дамбы обвалования, она возводится не по всему контуру, а высота изменяется от максимально принятой до нуля.

При расположении гидроотвала на равнинной местности, дамба начального обвалования возводится по всему контуру и образует емкость для первого яруса.

На косогорных гидроотвалах к дамбе начального обвалования при расчете ее общего объема следует относить дамбы второго и последующих ярусов.

Важным параметром дамбы является ее высота, которая в среднем должна составлять 3-4 м, и определяется из условия образования прудка за-

данного объема.

Расчетную высоту дамбы следует увеличивать на коэффициент усадки, равный для глинистых грунтов 1,15-1,2, для супесей 1,1-1,15, для песков и гравийно-песчаных смесей 1,05-1,1. В поперечнике, дамба должна иметь размеры: ширину по верху 3-3,5 м при необходимости прокладки пульпопроводов по ней и проезда по ее гребню строительных машин и 1,0-1,5 м при отсутствии такой необходимости.

Заложение откосов дамб ответственных гидроотвалов рекомендуется принимать в пределах 1,5-2. На малоответственных гидроотвалах, где не производится планировка откосов и гребней, заложение определяется углом естественного откоса материала дамбы.

Фактические значения сечений для некоторых дамб начального обвалования представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Значения сечений дамб начального обвалования

Породы дамбы обвалования	Заложение откосов		Высота дамбы, м	Ширина гребня, м
	внутреннего	наружного		
Суглинок	1:1,50	1,25	5,0	2,5
	1:2	1:2	до 10	3
	1:2	1:3	до 10	-
	1:2	1:3	до 6	5
Суглинок лёссовидный	1:1,5	1:1,5	до 5	4
Песок разнозернистый	1:1,5	1:1,75	4	1,5

Для предварительного определения объема дамбы начального обвалования гидроотвала следует использовать формулу Г. А. Нурка:

$$V_{\text{но}} = V_{\text{г}} \cdot K_{\text{но}} / 1000, \text{ м}^3, \quad (1)$$

где $V_{\text{г}}$ - общая емкость гидроотвала, м^3 ;

$K_{\text{но}}$ - коэффициент начального обвалования (для гидроотвалов, расположенных в овраге, равный 5-10, на равнинной местности 10-20, на косогоре 30-35).

При укладке пород в гидроотвал в начальный период намыва должно быть предусмотрено создание наружной удерживающей призмы, которая способна воспринять гидростатическое давление, возникающее при наличии прудка-отстойника и текучих пород.

Ориентировочное значение заложения наружных откосов призмы, по данным Государственного проектного института по комплексному проектированию гидромеханизированных предприятий «Проектгидромеханизация», приведено в таблице 2.

Таблица 2– Значение заложения наружных откосов призмы

Высота призмы, м	Песок			Гравий
	Мелкозернистый	Среднезернистый	Крупнозернистый	
10	1:3	1:2,75	1:2,5	1:2
10-20	1:3,5	1:3	1:2,75	1:2,25
20	1:4	1:3,5	1:3	1:2,5

Минимальное превышение гребня призмы над горизонтом воды в прудке в зависимости от класса гидроотвала приведены в таблице 3.

Если по гребню дамбы начального обвалования укладывается пульпопровод, ширина гребня устанавливается из условия возможности укладки необходимого числа ниток пульпопровода и размещения крана-трубоукладчика.

Таблица 3 - Минимальное превышение гребня призмы над горизонтом воды

Класс гидроотвала	I	II	III
Превышение гребня призмы над горизонтом воды в прудке, м	1,3	1,0	0,8

Для более высоких дамб в случае, когда обвалование возводится сразу на полную высоту, ширина гребня определяется по техническим условиям возведения земляных плотин.

Превышение гребня дамбы при гидроотвалах I и II классов над уровнем воды в отстойнике следует проверять дополнительно по формуле:

$$h=C+Z, \quad (2)$$

где C - высота ветровой волны, образующейся в отстойнике гидроотвала при наиболее сильном ветре, м; [при глубине отстойника до 5-7 м (по Д. Соловьеву) $C=0,073V_B$];

V_B - скорость ветра, м/с;

Z - запас высоты, равный 0,3-0,5 м для сооружений II класса и 0,75 м - для сооружений I класса.

Такие дамбы необходимо рассчитывать на устойчивость. Вначале определяется величина коэффициента запаса на устойчивость K_y , который принимается в расчетах данных таблицы 4.

Таблица 4 - Класс гидроотвала по степени ответственности

Класс гидроотвала по степени ответственности	I-A	I-B	II-A	II-B	III-A	III-B
Коэффициент запаса на устойчивость, K_y	1,35	1,30	1,25	1,20	1,15	1,10

Сооружение дамб начального обвалования в зависимости от их параметров может производиться экскаваторами, специальными обвалователями или бульдозерами на базе тракторов не ниже второго тягового класса.

Библиографический список

1. Рекультивация нарушенных земель в угольной промышленности. 2017, Харионовский А.А., Данилова М.Ю. Научно-технический журнал №3-2017.
2. Механогидравлический способ рекультивации открытых горных выработок. 2018, Прохоров Павел Андреевич, Сенкус Валентин Витаутасович, Мансуров Андрей Леонидович ГИАБ № 5 2018, с 59-63.
3. Технология и комплексная механизация открытых горных работ И.М. Ялтанец Книга 2 Дразжная разработка россыпных месторождений 2009, Издательство МГГУ.
4. Гидравлическая и механогидравлическая рекультивация открытых горных выработок. 2016, Горшков Михаил Дмитриевич, Сенкус Валентин Витаутасович, Мансуров Андрей Львович, Сенкус Витаутас Валентинович Горный информационно-аналитический бюллетень. № 4, 2016 С. 131–139.
5. Проектирование открытых гидромеханизированных и дразжных разработок месторождений: Учебное пособие. – 3-е изд., перераб и доп. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. – 758 с.

УДК 622.882

АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТКРЫТЫХ ВЫРАБОТОК

Курдюков М.О., Береснев П.А., Матвеев А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Чаплыгин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: chief.a.v@mail.ru*

Рассмотрены различные способы проведения механогидравлической рекультивации выработанного пространства открытых горных выработок.

Ключевые слова: технологическая схема, рекультивация, гидромонитор, намыв пород, закладочная карта, пульповод, дамба, трубчатый дренаж, сброс воды.

На основании литературных источников проводился анализ способов рекультивации открытых горных выработок для выявления возможности совмещения и разделения в пространстве и во времени открытых и подземных горных работ с рекультивацией земель.

Способ рекультивации открытых горных выработок (рисунок 1) [1] отличается от способов, представленных в работах [2, 3, 4], тем, что при закладке пород в открытые горные выработки с поверхности земли формируют наклонную траншею к оставляемой открытой части обнаженного выхода пласта в бортах горной выработки, которая обеспечивает доступ и последу-

ющую подземную отработку оставленных запасов месторождения и будет являться частью промплощадки, а при рекультивации горных выработок с запасами углей, склонных к самовозгоранию производят изоляцию оставляемой открытой части обнаженного выхода пласта в бортах горной выработки, при этом делают антипирогенную обработку обнаженного выхода пласта в бортах горных выработок, а при затоплении оставляемой траншеи ее борта формируют из водонеразмокаемых горных пород.

На вскрытой разрезной траншее 1 с учетом рельефа местности, удобства подъезда транспорта и обеспечения водоотлива выбирают место заложения промплощадки для последующей отработки запасов подземным способом и выполаживают борт разреза, породу из выположенного борта разреза, вскрышные породы с бортов, а также плодородный слой укладывают на внутренние отвалы отработанного шахтного поля 3, т.е. производят инженерную рекультивацию (планировку) 4, а затем проводят биологическую рекультивацию совместно с отработкой основных запасов из разрезной траншеи.

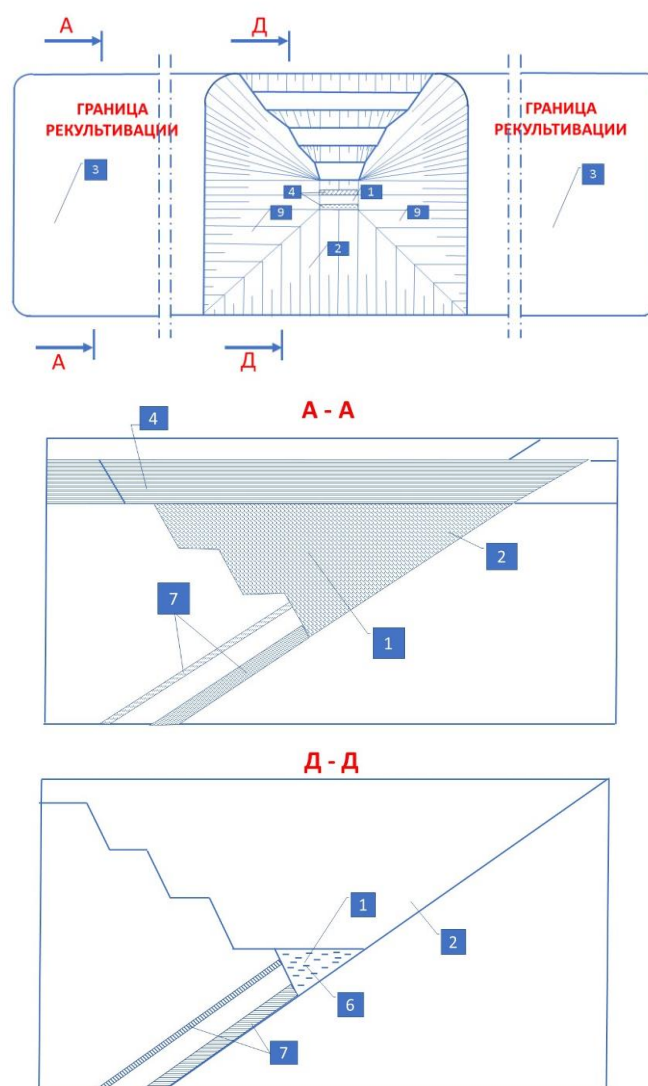


Рисунок 1 - Способ комбинированной разработки свиты пластов месторождений

При консервации оставшихся запасов, склонных к самовозгоранию, выходы пластов обрабатывают антипирогенами и изолируют глинистым раствором, а при затоплении выходов пластов 7 водой 8 борта траншеи 9 формируют из неразмокаемых пород.

Способ гидравлической рекультивации нарушенных земель (рисунок 2) [2] отличается от способов, представленных в работах [3, 4], тем, что перед смывом сыпучего материала отвалов производят гидравлическое разрушение наносов на участке поверхности земли между наклонными бортами открытых горных выработок и внешним складом или отвалом, причем сначала в наносах формируют уклон почвы для безнапорного гидротранспорта пульпы в направлении открытых горных выработок (рисунок 3), а затем производят врубы у основания естественного откоса сыпучего материала (рисунок 4) для увеличения производительности смыва за счет смещения его частей по откосу под собственным весом.

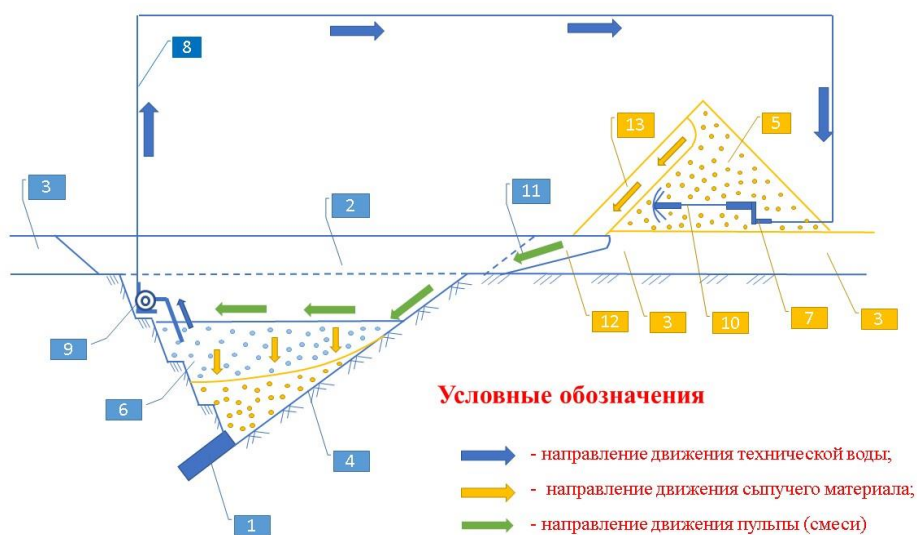


Рисунок 2 – Общая схема гидравлической рекультивации земель

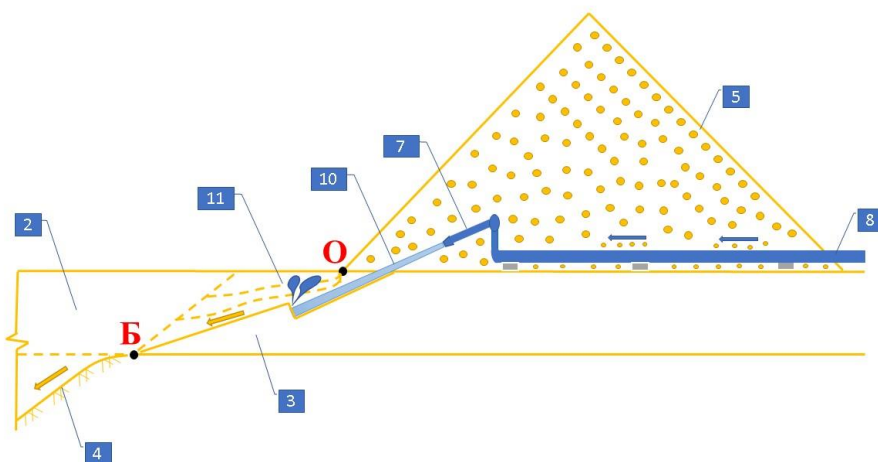


Рисунок 3 – Схема формирования уклона

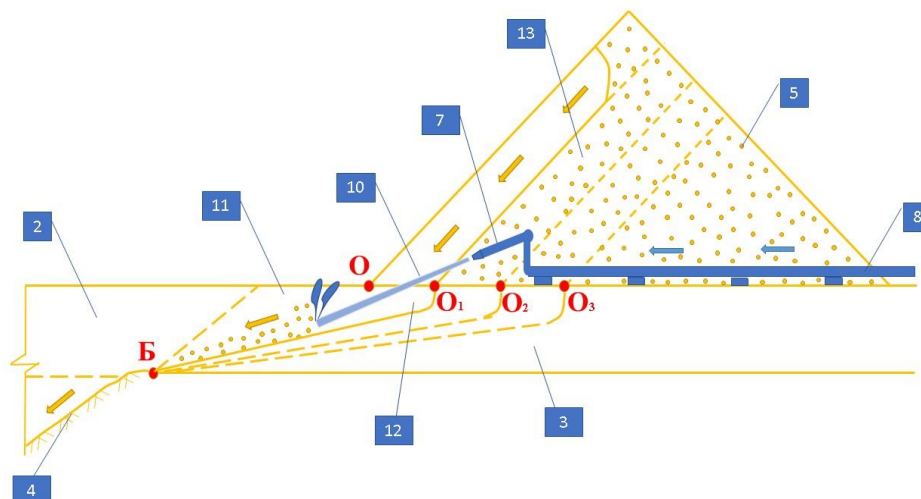


Рисунок 4 –Схема отработки заходок размыва отвала пород

После извлечения угольного пласта в разрезе остаются: открытые горные выработки 2 пройденные в наносах 3 и коренных породах 4, внешние отвалы 5 сыпучего материала различных пород горного массива и водоем 6.

Способ реализуется за счет перемещения сыпучего материала из внешнего отвала 5 в открытые горные выработки 2 с использованием воды, находящейся в водоеме 6.

В технологическую схему гидравлической рекультивации земли входит комплекс основного оборудования, включающий гидромонитор 7, трубопровод технической воды 8 и насос 9. Запуск технологической схемы в работу производится за счет подачи воды насосом 9 из водоема 6 по трубопроводу 8 к гидромонитору 7, в котором формируется, струя воды 10 как исполнительный инструмент для дистанционного смыва сыпучего материала 5.

Гидравлическая рекультивация земной поверхности производится в следующей последовательности. Сначала производится гидравлическое разрушение наносов 3 струей воды 10 на участке между наклонным бортом открытой горной выработки 2 и основанием естественного откоса внешнего отвала 5 (между точками B–O). На конечной стадии разрушения наносов 3 формируется уклон почвы для безнапорного гидротранспорта пульпы в направлении открытых горных выработок 2. Затем струей воды 10 производится вруб 12 у основания откоса внешнего отвала 5 (между точками O–O₃) для увеличения производительности смыва за счет смещения по откосу частей 13 отвала 5 под собственным весом. Врубы 12 производятся на границе наносов 3 и сыпучего материала отвала 5.

По мере проведения каждого вруба 12 (между точками O–O₁, O₁–O₂, O₂–O₃,...) и смыва пород 13 сыпучего материала 5. Пульпа в виде смеси твердого и жидкого транспортируется в водоем 6 по уклону почвы и наклонным бортам открытых горных выработок 2. В водоеме 6 происходит оса-

ждение твердого и осветление воды в замкнутом цикле водоснабжения.

Работы по рекультивации производятся до полного перемещения сыпучего материала из внешнего отвала 5 в открытые горные выработки 2 в зоне ограниченной рабочей длиной струи 10 гидромонитора 7, который требует циклического переноса. Рабочий уклон почвы для безнапорного гидротранспорта пульпы выбирается в зависимости от крупности сыпучего материала.

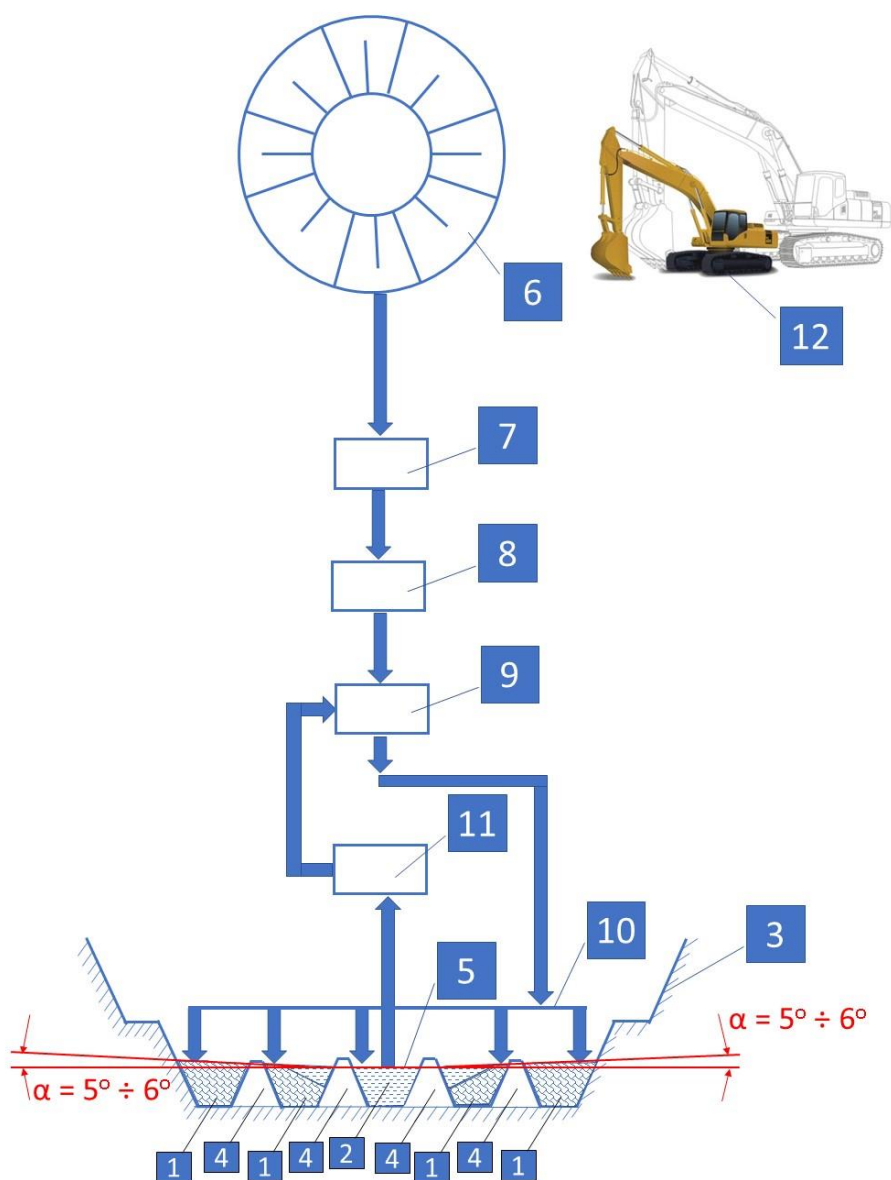
Предлагаемый способ позволяет снизить экологический ущерб при открытой технологии добычи полезных ископаемых и сократить затраты на рекультивацию земель.

Способ механогидравлической рекультивации нарушенных земель (рисунок 5) [3] отличается от способов, представленных в работах [4, 5], тем, что в зависимости от глубины и объемов горной массы в отвалах, рекультивацию нарушенных земель проводят однослойную или многослойную. Подготовку карт ведут на дне открытой горной выработки отсыпкой фильтрующих дамб, на которых монтируют водосбросы, защищенные от плавающих предметов, при этом дамбы возводят каскадом с уклоном 5-6 градусов в сторону отстойника, который располагают в глубокой части открытой горной выработки, и принимает ливневые, талые и дренажные воды. Подготовку горной массы проводят последовательными операциями: выемкой горной массы из отвала, отделением негабаритов и их разбивкой, дроблением горной массы до размеров, пригодных для гидравлического транспортирования.

Пульпоформирование проводят путем смешивания подготовленной горной массы водой в отношении твердого к жидкому по массе 1:3-1:5, при этом воду используют в замкнутом цикле; пульпу закачивают по распределенным пульпосбросам в карты последовательно от верхней к нижней. Намывку горных пород в картах ведут до заданной отметки и в последнюю очередь заполняют карту отстойника. Очистку воды проводят фильтрацией через тело дамбы и переливом воды через водосбросы при переполнении карт. Подачу воды на пульпоформирование производят из отстойника по отдельному трубопроводу. Выполаживание бортов ведут с учетом защиты их от водной эрозии и направления рекультивации нарушенных земель.

Подготовку карт 1 проводят на дне 2 открытой горной выработки 3 отсыпкой фильтрующих дамб 4, на которых монтируют водосбросы, защищенные от плавающих предметов, при этом дамбы возводят каскадом с уклоном $\alpha=5-6^\circ$ в сторону карты отстойника 5. Карту отстойника 5 для воды располагают в глубокой части открытой горной выработки 3, в которую направляют ливневые, талые и дренажные воды. Подготовку горной массы проводят последовательными операциями: выемкой горной массы из отвала 6, отделением негабаритов, их разбивкой и погрузкой горной массы 7, дроблением горной массы 8 до размеров, пригодных для гидравлического транспортирования (размеры кусков указываются в техническом паспорте выбранного шламового насоса или углесоса). Пульпоформирование в смесителе 9 проводят путем смешивания подготовленной горной массы с водой

твердого в соотношении по массе 1:3-1:5, при этом воду используют в замкнутом цикле. Пульпу закачивают по распределенным пульпосбросам 10 в карты 1 последовательно от верхней к нижней. Намывку горных пород в картах 2 ведут до заданной отметки и в последнюю очередь заполняют карту отстойника 5. Очистку воды проводят фильтрацией через тело дамбы переливом воды через водосбросы при переполнении карт. Подачу воды по трубопроводу 11 на пульпоформирование в смесителе 9 производят из карты отстойника по отдельному трубопроводу.



1 - карты; 2 - дно открытой горной выработки; 3 - открытая горная выработка;
 4 - фильтрующая дамба; 5 - карта отстойника; 6 - отвал; 7 - отделение, разбивка негабаритов и погрузка горной массы; 8 - дробление горной массы; 9 - пульпоформирование в смесителе; 10 - распределенный пульпосброс; 11 - подача воды по трубопроводу;
 12 – погрузочная машина

Рисунок 5 – Способ механогидравлической рекультивации нарушенных земель

Способ позволяет снизить экологический ущерб, совместить рекультивацию с горными работами и сократить сроки рекультивации.

Отсутствие широкой реализации способов рекультивации земель связана с отсутствием методической базы проектирования, технических средств и технологических решений, включения рекультивации открытых горных выработок в состав горных работ.

Библиографический список

1. Механогидравлический способ рекультивации открытых горных выработок. 2018, Прохоров Павел Андреевич, Сенкус Валентин Витаутасович, Мансуров Андрей Леонидович ГИАБ № 5 2018, с 59-63.

2. Комплекс механогидравлической рекультивации нарушенных земель. Горный информационно-аналитический бюллетень. № 4. С. 395–401 2017. А.Л. Мансуров, Вал.В. Сенкус, С.В. Степанова, В.В. Сенкус.

3. Гидравлическая и механогидравлическая рекультивация открытых горных выработок. 2016, Горшков Михаил Дмитриевич, Сенкус Валентин Витаутасович, Мансуров Андрей Львович, Сенкус Витаутас Валентинович Горный информационно-аналитический бюллетень. № 4, 2016 С. 131–139.

4. Рекультивация нарушенных земель в угольной промышленности. 2017, Харионовский А.А., Данилова М.Ю Научно-технический журнал №3-2017.

5. Проектирование открытых гидромеханизированных и дражных разработок месторождений: Учебное пособие. – 3-е изд., перераб и доп. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. – 758с.

6. Технология и комплексная механизация открытых горных работ И.М. Ялтанец Книга 2 Дражная разработка россыпных месторождений 2009, Издательство МГГУ.

УДК 622.619.4

ПРИМЕР МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ПРОВЕДЕНИЮ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОВЕРКИ ЭМПИРИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ЛОПАТ

Лобанова О.О., Чунту В.В., Матвеев А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Чаплыгин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк, chief.a.v@mail.ru*

Рассмотрен порядок методического подхода к проведению опытно-промышленной проверке эмпирических зависимостей на примере расчета величины производительности современных механических лопат.

Ключевые слова: механическая лопата, этапы работы, аналитические и экспериментальные методы.

В настоящее время Кузбасс является крупным горнодобывающим регионом. Угольные компании ежегодно добывают наиболее эффективным и безопасным открытым способом более 200 миллионов тонн угля. Около 50% продукции реализуется за рубежом, при этом балансовые запасы угольных компании составляют миллиарды тонн.

Все угольные разрезы оснащены современным высокопроизводительным горнотранспортным оборудованием. Применяются механические лопаты с диапазоном вместимости ковшей (ЭКГ-4, ЭКГ-5А ($E=6,0 \text{ м}^3$), ЭКГ-8,....., РН-4100 ($E=56 \text{ м}^3$)).

Выбор методов и разработка методики исследования поставленных задач:

- аналитические;
- экспериментальные лабораторные и натурные.

Опытно-промышленная проверка результатов исследований проводилась, в том числе, на 56-ти кубовых «американцах» Р&Н-4100, машинах, которые работают на Талдинском разрезе с 2009 года, второй - на Бачатском с 2011г. Хорошо зарекомендовали себя экскаваторы Р&Н -2300 и Р&Н -2800 с вместимостью ковша соответственно 20 и 33 м^3 . На Краснобродском разрезе завоевывает должное место продукция отечественного производства - экскаватор ЭКГ-32Р «прямая механическая лопата». Он может работать, обеспечивая достаточный уровень безопасности, при температуре минус 45 градусов, а капитальный ремонт ему потребуется только через 20 лет работы.

Эти экскаваторы осуществляют погрузку взорванной горной массы в карьерные автосамосвалы – БелАЗы: 75131, 75306 и 75600 грузоподъемностью соответственно 130, 220 и 320 тонн.

На всех угольных предприятиях региона применяются автоматизированные системы диспетчерского центра сбора и анализа оперативной информации от различных разработчиков программного обеспечения (ООО «Автоматизированные системы контроля», ООО «Омником», АО «ВИСТ Групп» и др.), обладающие возможностями мониторинга и анализа работы всего задействованного в технологическом процессе комплекса горнотранспортного и вспомогательного оборудования, оборудованного навигационными системами [1].

Функционал применяемых программных комплексов включает в себя следующие основные возможности: оперативный мониторинг работы оборудования; оповещение диспетчеров о заданных типах событий (время погрузки, время простоев, сливы (заправки) топлива и т.д.); формирование графиков показаний датчиков; формирование и диспетчеризация маршрутов перемещения карьерной техники; подробные отчеты о работе техники; мониторинг загрузки автосамосвалов экскаваторами, проводить ретроспективный анализ работы горнодобывающей техники с привязкой к координатам на местности и др (рисунок 1).

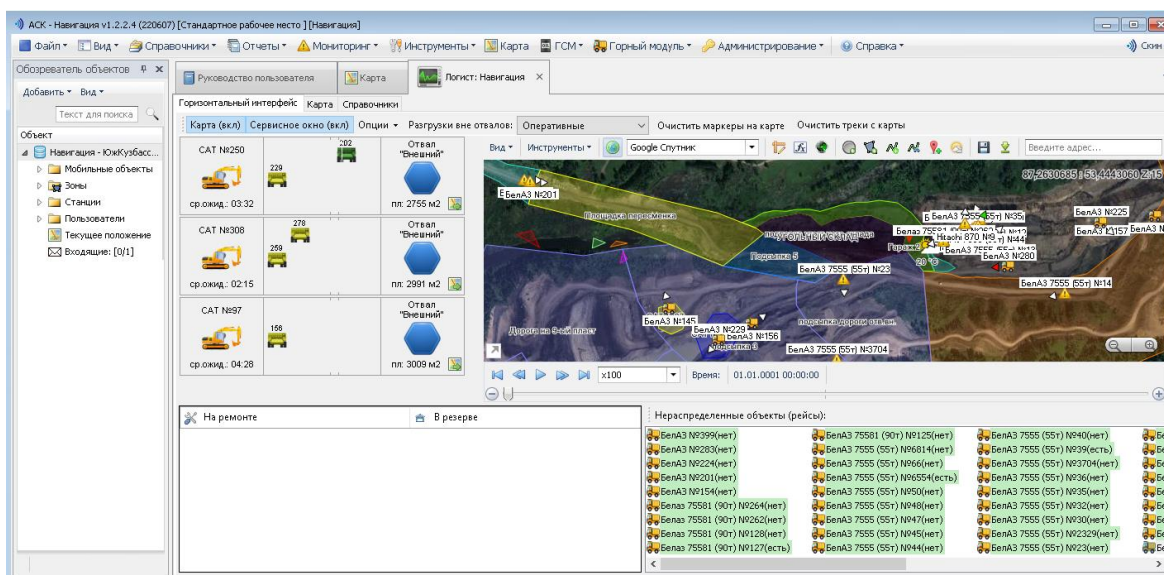


Рисунок 1 – Система мониторинга работы горнотранспортного комплекса

Программное обеспечение САПР БВР «Blast Maker», находящаяся в распоряжении Кафедры Открытых Горных Работ и Электромеханики Сиб-ГИУ в соответствии с договором о некоммерческом использовании программного продукта с целью обучения студентов и расчета параметров БВР для разрезов Кузбасса, позволяет проектировать параметры буровзрывных работ в соответствии с фактическими условиями их проведения, учитывая физико-механические свойства взрывааемых пород и степень их обводнения по данным, полученным при маркшейдерской съемке конкретного буровзрывного блока. Кроме того, на основании фотопланов, т.е. фотографий взорванных пород с масштабирующей рамкой программа позволяет в процессе исследования определять гранулометрический состав в зависимости от параметров производимых буровзрывных работ и физико-механических свойств разрабатываемых пород.

С целью опытно-промышленной проверки результатов исследований влияния кусковатости взорванных пород на время набора ковша и расчета величины производительности современных механических лопат реализовано проведение анализа работы парка горнотранспортного оборудования по данным систем автоматизированного контроля, замеры гранулометрического состава взорванной горной массы, проверка расчета проектов на производство массовых взрывов с применением программного обеспечения САПР БВР «Blast Maker» и проведение хронометражных наблюдений на местах производства работ.

Библиографический список

1. Сафин, Р. Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента : учебное пособие / Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, А.И. Иванов. – Казань : Издательство КНИТУ, 2013. – 154 с.

ПРИМЕР ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ КУСКОВАТОСТИ ВЗОРВАННЫХ ПОРОД НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЭКСКАВАТОРОВ

Лобанова О.О., Сажин М.А., Матвеев А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Чаплыгин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, chief.a.v@mail.ru*

Рассмотрен пример проведения экспериментальных исследований влияния кусковатости взорванных пород на показатели работы экскаваторов.

Ключевые слова: механическая лопата, хронометражные наблюдения, экскавация горной массы.

Порядок предполагает проведение хронометражных наблюдений за изменением параметров экскавации в зависимости от средневзвешенного размера кусков взорванных пород.

Программа проведенных исследований на угольных разрезах предусматривает установление следующих экспериментальных зависимостей:

изменения времени набора ковшей от размера средневзвешенных кусков взорванной горной массы;

изменения времени циклов экскаваторов от величин средневзвешенных размеров кусков взорванной горной массы на обрабатываемых экскаваторных блоках;

изменения величины наполнения ковшей экскаваторов от средневзвешенного размера кусков взорванной горной массы – коэффициента экскавации; соответственно изменения производительности экскаваторного парка при изменении средневзвешенного размера кусков взорванной горной массы [1].

Порядок проведенных экспериментальных исследований:

На первоначальном этапе, для одной из рассматриваемых категорий обрабатываемых пород вскрыши по взорванному блоку:

а) учитываем, в соответствии с фактическим проектом на производство буровзрывных работ, необходимый удельный расход взрывчатых веществ и параметры заложения взрывных скважин на блоке (линия наименьшего сопротивления, сетка, длины и диаметр буровых скважин);

б) после проведения взрывных работ, по подготовленному к выемке блоку, рассчитывается величина средневзвешенного размера кусков подготовленных к выемке пород;

в) на основе проводимых хронометражных наблюдений, экспериментально устанавливаются следующие изменения параметров производства работ:

- время наполнения ковшей экскаваторов от величин средневзвешенных размеров кусков взорванной горной массы;

время циклов экскаваторов от величины средневзвешенного размера

куска взорванной горной массы;

количество погружаемых ковшей в кузов автосамосвалов от величины средневзвешенного размера куска взорванной горной массы;

производительность экскаваторного парка от величины средневзвешенного размера куска взорванной горной массы.

На втором этапе, для следующей категории вскрышных пород аналогично выполняются исследования по всем вышеизложенным пунктам.

Общее количество серий опытов должно соответствовать числу категорий вскрышных пород на разрезе для каждого размерного ряда экскаваторов.

Достоверность результатов исследований достигается за счет необходимого количества опытов в каждой серии.

Число замеров для получения достоверного результата определяется по данным предварительной серии опытов. Предположим, что в результате первых трёх опытов определённой серии эксперимента определена величина исследуемого параметра, например средневзвешенный размер кусков взорванной горной массы по блоку.

Далее вычисляется среднеарифметическое значение этой величины:

$$a = \frac{R_{1i} + R_{2i} + R_{3i}}{3}, \% \quad (1)$$

Определяется среднеквадратичное отклонение, которое характеризует неоднородность определяемого показателя и величину ошибки:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(a - R_{1i})^2 + (a - R_{2i})^2 + (a - R_{3i})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

Для сравнения результатов определения неоднородности исходного показателя при различных опытах вычислялся вариационный коэффициент:

$$C = \frac{\sigma \cdot 100}{a}, \% \quad (3)$$

Количество опытов в зависимости от величины вариационного коэффициента, заданной точности опробования и допустимой погрешности рассчитывается по формуле:

$$N_{min} = \frac{K^2 \cdot C^2}{[(1 - p) \cdot 100]^2} \quad (4)$$

где p – требуемая вероятность 0,8; 0,9; 0,95;

K – коэффициент гарантии заданной точности принимается соответственно значениям p : 1,3; 1,65; 2,0.

Необходимое число проводимых опытов рассчитывается для получения достоверного результата для каждой серии эксперимента. В случае, если минимальное количество опытов больше трёх (предварительной серии), производится дополнительное измерение и повторный расчёт. Если воспроизвести условия серии опытов невозможно, результаты замеров исключаются, и серия опытов проводится повторно с увеличенным количеством заме-

ров в предварительной серии.

Все последующие расчёты выполняются по средним значениям установленного параметра, полученным в результате проведенных экспериментов.

Результаты экспериментальных данных при установлении зависимости функции между двумя величинами x и y для опытных данных x_1, x_2, \dots, x_n , соответствующим y_1, y_2, \dots, y_n проводятся по методу наименьших квадратов.

Тип функции $y = f(x)$ устанавливался на основании теоретических предположений, путем подбора соответствующих кривых методом выравнивания.

Точность теоретической зависимости оценивается величиной ошибки, которая определяется по формуле:

$$\Delta y = y_i - f(x_i) \quad (5)$$

где Δy – ошибка опыта;

y_i – расчетное по эмпирической формуле;

$f(x_i)$ – полученное значение.

Среднеквадратическое отклонение определяется по формуле:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{\sum [y_i - f(x_i)]^2}{n-1}} \quad (6)$$

Для заданной зависимости определялся коэффициент вариации:

$$K_{\text{вар}} = \frac{100\% \cdot \sigma'}{\bar{y}} = \frac{100}{m} \cdot \sum \sqrt{\frac{\sum [y_i - f(x_i)]^2}{n-1}} \quad (7)$$

где m – число групп, на которые разбивается исследуемый диапазон функций;

n – число замеров в группе.

Для проверки достоверности установленных в процессе исследований результатов – зависимостей влияния кусковатости взорванных пород на производительность современных механических лопат, была проведена опытно-промышленная проверка эмпирических зависимостей для расчета величины производительности современных механических лопат от величины среднего размера кусков взорванных пород.

Для проведения опытно-промышленной проверки выбирались взорванные в разные периоды года взрывные блока полускальных вскрышных пород III и IV категорий по экскавации и отработанные выемочным оборудованием с различной вместимостью ковшей. Далее фиксировались следующие данные: удельный расход ВВ, расчетная степень взрывного дробления, средний диаметр разрушенного куска по проекту, календарный фонд времени на отработку каждого блока, время простоев и работы экскаваторов, их фактическая часовая эксплуатационная производительность, которая с учётом величины коэффициента использования экскаватора в течение смены, позволяла определить его фактическую техническую производительность.

В связи с тем, что гранулометрический состав взорванных пород в

процессе опытно-промышленной проверки определить не представляется возможным из-за значительных объёмов отработанных блоков и полученного массива статистических данных, прямого сравнения расчётной и фактической производительности экскаватора произвести фактически невозможно.

С целью проведения данного сравнения по результатам проведенных исследований целесообразно провести сопоставление фактически достигнутой часовой производительности экскаваторов различного типоразмера при отработке взрывных блоков с показателями работы, полученными расчетным путем.

Паспортная производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) экскаватора определяется только конструктивными параметрами машины:

$$Q_{\text{эп}} = 3600 \cdot E / t_{\text{цип}} \quad (8)$$

где E – вместимость ковша, м^3 ;

$t_{\text{цип}}$ – паспортная продолжительность цикла, с

Паспортная продолжительность рабочего цикла $t_{\text{цип}}$, с, при угле поворота экскаватора 90 град.

Технической производительностью ($\text{м}^3/\text{ч}$) является наибольшая возможная часовая производительность экскаватора при непрерывной его работе в конкретных горно-геологических условиях:

$$Q_{\text{эч}} = 3600 \cdot E \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{з}} \cdot A_{\text{ц}} \quad (9)$$

где $K_{\text{э}}$ – коэффициент экскавации;

$K_{\text{з}}$ – коэффициент влияния параметров забоя (для торцевого забоя $K_{\text{з}}=0,9$; для тупикового $K_{\text{з}}=0,8$);

$t_{\text{ц}}$ – время цикла экскаватора в конкретных горно-технических условиях, с:

$$t_{\text{ц}} = (1,1 \div 1,2) t_{\text{цип}} \quad (10)$$

$$K_{\text{э}} = K_{\text{нк}} / K_{\text{рк}} \quad (11)$$

Практические рекомендации по решению проблемы, выявленной в исследовании, должны быть направлены на разработку конкретных мероприятий для решения поставленной задачи.

Рекомендации обычно имеют две части: констатирующую и рекомендательную. В констатирующей части необходимо указывается, какие результаты получены. Формулировка этой части начинается обычно словами: «Исследование, проведенное в организации, выявило следующее.....», далее перечисляются положительные результаты, а затем выявленные проблемы по изученной теме и общие выводы о проведенной работе.

Библиографический список

1. Сафин, Р. Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента : учебное пособие / Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, А.И. Иванов. – Казань : Издательство КНИТУ, 2013. – 154 с

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОДГОТОВКИ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД К ГИДРОТРАНСПОРТУ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТКРЫТЫХ ВЫРАБОТОК

Курдюков М.О., Тыринов Д.С., Матвеев А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, chief.a.v@mail.ru*

Рассмотрено применение технических средств подготовки вскрышных пород к гидротранспорту при рекультивации открытых выработок.

Ключевые слова: рекультивация, дробильно-сортировочный комплекс, дробилка, гидротранспорт, шпальтовое сито, грунтовый насос.

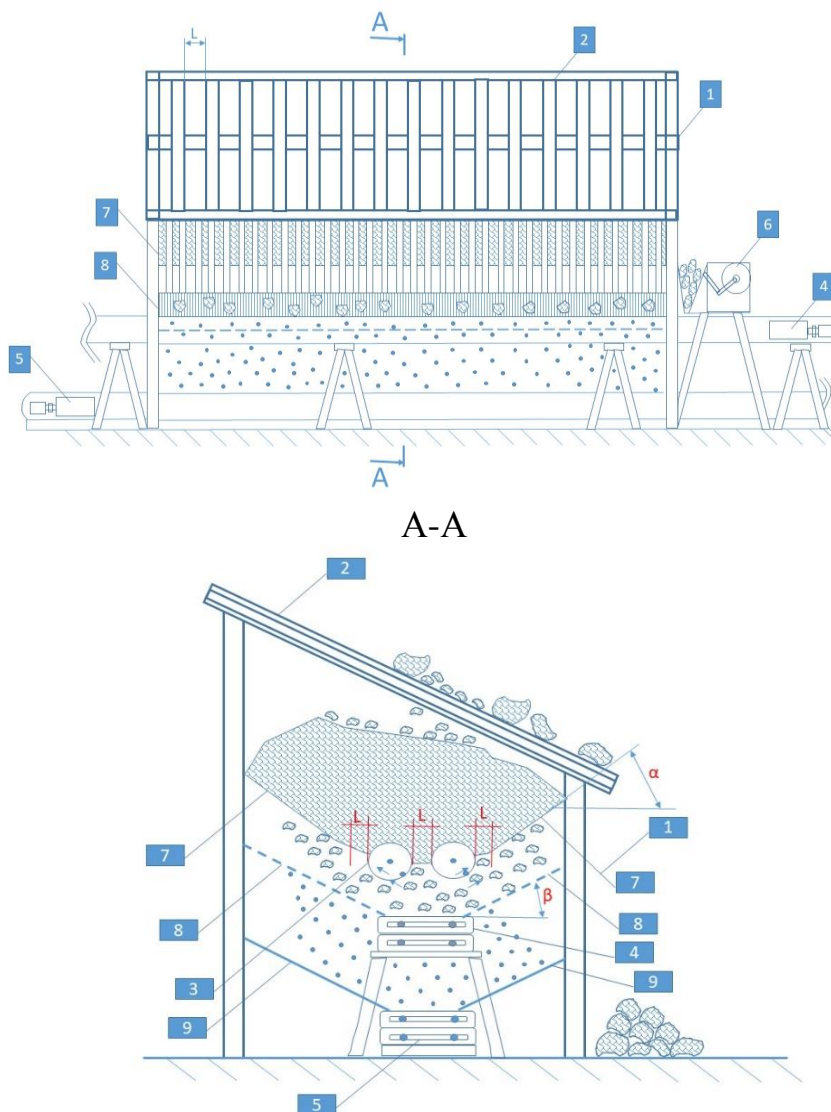
На основании литературных источников проводился анализ способов рекультивации открытых горных выработок для выявления возможности совмещения и разделения в пространстве и во времени открытых и подземных горных работ с рекультивацией земель.

Одной из задач подготовки вскрышных полускальных пород к гидротранспорту является классификация пород по фракционному составу, отделение глинистых пород и штыба, для использования их в качестве потенциально-полезных слоев при биологической, или водоупорных слоев технической рекультивации открытых выработок.

Дробильно-сортировочный комплекс для гидравлического транспорта вскрышных пород при механогидравлической рекультивации (рисунок 1) включает: корпус 1, шпальтовые колосниковое решето для отделения негабаритов 2, шпальтовые колосниковые решета верхнего уровня 7 с углом наклона к горизонтальной плоскости равным $\alpha=30-50^\circ$, в зависимости от коэффициента трения породы, направленными в сторону валков дробилки, которые имеют размеры щелей с валками равными размеру входной щели L двухвалковой дробилки 3, который составляет $2/3$ диаметра гидравлического трубопровода или входному отверстию всаса грунтового насоса, дробленые породы, прошедшие через шпальтовые решета 7, двухвалковую дробилку 3 перепускаются по шпальтовым колосниковым решетам нижнего уровня с размером щели 8-10 мм, предотвращающим забивание щелей глиной, на сортировочный скребковый конвейер 4, в днище которого установлены продольные шпальтовые решета с размером щели 8-10 мм, а скребки сортировочного конвейера 4 оснащены упругими очистителями для зачистки шпальтового сита конвейера от глины и застрявших кусков породы.

Куски горной массы, поступившие в приемную воронку, при ворошении зубками двухвалковой дробилки 3 сортируются и куски с размерами меньше зазоров валковой дробилки 3 и щелей верхних шпальтовых сит перепускаются во внутреннюю приемную воронку, образованную шпальтовы-

ми ситами 8 с размером щелей 8-10 мм и сортировочным скребковым конвейером 4, в днище которого в пределах корпуса находится шпальтовое сито с размером щели 8-10 мм.



- 1 – корпус, 2 - колосниковое решето для отделения негабаритов, 3 – двухвалковая дробилка, 4 – сортировочный скребковый конвейер, 5 – скребковый конвейер, 6 – щековая дробилка, 7 - шпальтовые колосниковые решета верхнего уровня, 8 – шпальтовые колосниковые решета нижнего уровня, 9 – течка

Рисунок 1 – Дробильно-сортировочный комплекс

Нераздробленные куски породы зубками двухвалковой дробилки, которые вращаются встречно и установлены по винтовой линии и острием направленные по ходу вращения валков, выгружают негабариты с валков дробилки через выпускное окно в заднем торце корпуса, где находится щековая дробилка 6 с размером выпускного отверстия равным зазору двухвалковой дробилки, для дробления негабаритов и перепуска дробленного материала на сортировочный скребковый конвейер 4, который выдает породу на пульпоформирование [1].

Куски породы, прошедшие через шпальтовые решета нижнего

уровня 7, более мелкие куски, чем размер щелей на шпальтовых сита 8 и сортировочного скребкового конвейера 4 и поступают напрямую или по течкам 9 на скребковый конвейер 5, и выдаются для хранения, как потенциально плодородная почва, крупные куски сортировочным конвейером 4 выдаются для пульпоформирования.

Технический результат снижение энергоемкости дробления и сортировки вскрышных пород, удаление негабаритов, глины и мелких классов пород, достижение равномерности кусков породы с размерами пригодными для укладки в фильтрующие дамбы гидроотвалов и гидротранспорта достигается тем, что негабариты отделяются при загрузке под действием гравитационных сил, классификации пород проводится на двухвалковой дробилке, а основной поток раздробленных вскрышных пород перепускается через шпальтовые сита и щели дробилки без дробления [2].

Библиографический список

1. Комплекс механогидравлической рекультивации нарушенных земель. Горный информационно-аналитический бюллетень. № 4. С. 395–401 2017. А.Л. Мансуров, Вал.В. Сенкус, С.В. Степанова, В.В. Сенкус

2. Гидравлическая и механогидравлическая рекультивация открытых горных выработок. 2016, Горшков Михаил Дмитриевич, Сенкус Валентин Витаутасович, Мансуров Андрей Львович, Сенкус Витаутас Валентинович Горный информационно-аналитический бюллетень. № 4, 2016 С. 131–139.

УДК 622. 232 : 622.235

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕНОГЕЛЕВОЙ ЗАБОЙКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАССРЕДОТОЧЕННЫХ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ

Апенкин Д.Е.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail:denisden2002@gmail.com*

В данной статье рассматривается возможность применения рассредоточенных зарядов в сочетании с пеногелевой забойкой скважинных зарядов при ведении взрывных работ на угольных разрезах.

Ключевые слова: угольный разрез, взрывные работы, рассредоточенный заряд, пеногелевая забойка.

Буровзрывные работы являются одним из основных неорганизованных источников вредных выбросов при открытой геотехнологии. На долю массовых взрывов приходится до 35 % общей массы загрязняющих веществ, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Для разрезов Южного Кузбасса это обстоятельство особенно актуально. Воздей-

ствие взрыва представляет сложный, нестационарный процесс, продолжительность которого исчисляется тысячными долями секунды в массиве, минутами при рассеивании пылегазового облака в атмосфере и неопределенно долгим временем нанесения ущерба гидросфере, земельным ресурсам и территории населенных пунктов в результате оседания продуктов взрыва.

Повышение качества взрывных работ предусматривает не только дробление массива в соответствии с требованиями применяемой технологии, но и обеспечение при этом максимально возможного снижения загрязнения атмосферы разреза. Наряду с изменением конструкции заряда взрывчатых веществ (ВВ), общими предпосылками к повышению эффективности использования энергии взрыва являются усиление запирающего действия забойки.

Для достижения необходимого качества дробления горной массы при одновременном снижении пылегазовых выбросов при взрывных работах одним из технологически осуществимых и экономически обоснованных методов является использование многокомпонентных, низкоплотных смесей, в том числе пеногелей. Известно, что помещенный во взрывную скважину в качестве промежутка, рассредотачивающего заряд по длине, над зарядом, либо в кольцевой зазор между гидроизолирующей оболочкой заряда ВВ и стенкой скважины, пузырьковая среда, растягивает импульс взрыва, создавая оптимальные условия для распределения энергии взрыва в массиве с равномерным дроблением. Для приготовления пеногеля используется 1,5 – 3,0% водные растворы пеногелеобразующих веществ.

Широко масштабные исследования по взрыванию рассредоточенных скважинных зарядов (РСЗ) взрывчатых веществ начались в СССР в 50–60-е годы прошлого века. Они доказали эффективность применения данного способа рыхления горной массы. Однако повсеместное и постоянное их использование тормозилось отсутствием удобных, недорогих и надежных средств рассредоточения зарядов в скважинах, тем более при их высокой обводненности [2].

Длина участка скважины, заполняемого низкоплотным составом, выбирается таким образом, чтобы запирающий эффект был ниже границы слоя интенсивной трещиноватости породы от предыдущего взрыва.

Однако ранее выполненные исследования [3] показали, что уменьшение высоты столба пеногелевой забойки наблюдается при непосредственном ее контакте с гигроскопичным ВВ, впитывающим жидкий компонент забойки. Высота забойки и общая высота заряда уменьшаются линейно в зависимости от продолжительности нахождения пеногеля в скважине. Прослойка из бурового штыба или смеси бурового штыба и пеногеля высотой 0,3–0,5 м является надежным изолятором, препятствующим взаимодействию ВВ с жидким компонентом забойки.

Для того, чтобы предотвратить на практике непосредственный контакт пеногеля с ВВ, предлагается заливать пеногель в гидроизолирующий рукав. Для этого можно использовать устройство для создания воздушных проме-

жутков (УВП-4) заданной длины. В этом случае более рационально используется пеногель, с одной стороны, и, с другой стороны, можно управлять величиной необходимого количества пеногеля создающего запирающий эффект. К моменту взрыва во всех скважинах столб пеногелевой забойки должен быть примерно одинаковым и составлять около 4 м. Для реализации этого условия на практике необходимо в первые 3–5 скважин заливать пеногель до устья, а затем через каждые 5 скважин уменьшать высоту пеногеля на 0,25 м (рисунок 1).

На фоне экологических последствий взрывов фиксировалась величина развала при перемещении основной массы породы. Определялся максимальный и средний размер куска на поверхности развала. Для этого использовался фотопланиметрический метод.

В результате экспериментов установлено, что высота подъема пылегазового облака при твердой забойке достигает 70–100 м, что в 1,7–2,0 раза больше, по сравнению с пеногелевой.

Величина удельной массы пыли, осевшей в пределах 50 м от взрыва при пеногелевой забойке составляет более 94 % всей мелкодисперсной пыли (< 250 мкм), а при твердой забойке это расстояние достигает 90 м.

Замер параметров развала горной массы производился на основе наблюдений за состоянием 4-х кювет, установленных перпендикулярно откосу взрываемого уступа, в средней его части, на расстоянии 5 м одна от другой. На блоке, взрываемом с твердой забойкой, все кюветы имели повреждения от падающих кусков породы, на блоке с пеногелевой забойкой были повреждены только две ближние к развалу кюветы. Таким образом, массовый разлет кусков породы составил на первом блоке 20 м, на втором блоке 10 м.

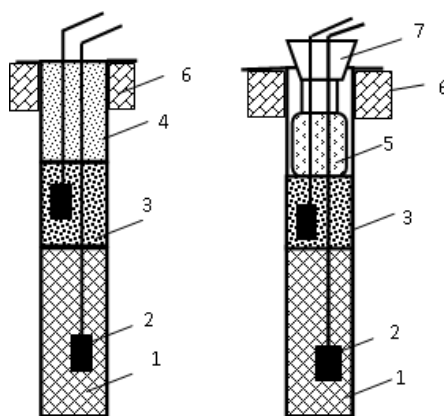


Рисунок 1 – Конструкции скважинных зарядов: а – с буровой мелочью; б – с пеногелевой забойкой; 1 – заряд эмульта ППВ-В; 2 – шашка; 3 – заряд гранулиты ПС-2; 4 – буровая мелочь; 5 – пеногель в рукаве; 6 – зона интенсивной трещиноватости массива; 7 – воронка с рукавом

На исследуемых породах отмечено уменьшение выхода отсева на 20-30 % при использовании РСЗ по сравнению со сплошными колонковыми зарядами, так что данные [3] о резком возрастании выхода мелких фракций

на весьма крепких и вязких породах, как показал опыт, не распространяются на более слабые или крепкие, но легко дробимые породы. Характерным для РСЗ при наличии забойки и применении турбовзрывания является отсутствие взрывных газов, истекающих вверх (в направлении устьев скважин). Это хорошо видно на рисунке 2, где изображен момент массового взрыва блока, в левой части 1 которого для сравнения четыре контрольные скважины были оставлены со сплошным колонковым зарядом ($l_3=4$ м), а на остальном блоке 2 были применены РСЗ.

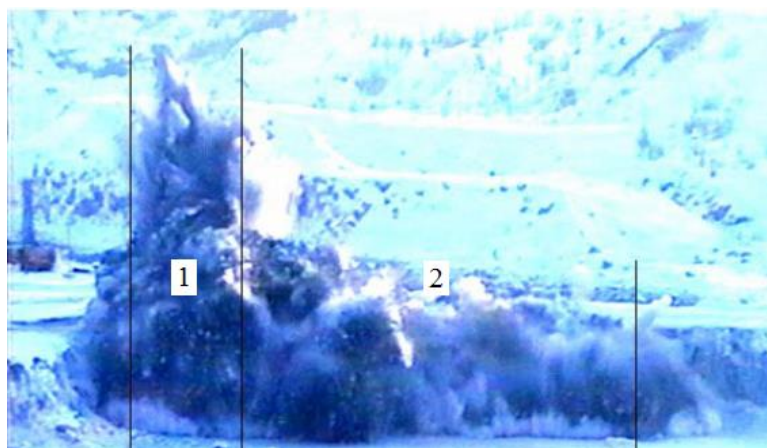


Рисунок 2 - Сравнительные испытания взрывания сплошных колонковых зарядов ВВ (1) и рассредоточенных скважинных зарядов с пеногелевой забойкой (2)

Из рисунка 2 следует, что где были контрольные скважины, видны взметнувшиеся ввысь клубы пыли и дыма, показывающие направление прорыва взрывных газов. Эта их часть не выполняет полезную работу по рыхлению и формированию компактного развала взорванной горной массы. На остальном блоке 2, где применялось РСЗ с турбовзрыванием, такой непроизводительной потери газообразного энергоносителя не наблюдается: движение взрывных газов целиком направлено в горизонтальном направлении, что обеспечивает качественное рыхление породы. Получили подтверждение хорошо известные данные о более компактной форме развала при РСЗ.

Библиографический список

1. Катанов И. Б. О совершенствовании технологии и повышении безопасности взрывных работ при увеличении вместимости ковша экскаватора / И.Б. Катанов, П.Г. Скачилов // Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2014. - № 2(102). С.161-164.
2. Жариков, И.Ф. Эффективность взрывной подготовки горного массива к экскавации / И.Ф. Жариков // Теория и практика взрывного дела, 2012. - №108/65. - С. 82-92.
3. Катанов И. Б. Низкоплотные материалы в конструкции скважинных зарядов на карьерах / И. Б. Катанов, В. С. Федотенко. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2012. – 124 с.

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОБУЧАЮЩЕ-ТЕСТИРУЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «КОМБИНИРОВАННАЯ РАЗРАБОТКА МПИ»

Гельгенберг И.О.

Научный руководитель д-р техн. наук профессор Домрачев А.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: domikParatoz@gmail.com*

В данной статье анализируется опыт использования обучающе-тестирующей программы для дисциплины «Технология отработки пологих пластов» при выполнении практических работ и курсовой работы по дисциплине «Комбинированная разработка МПИ». На основе анализа разработаны рекомендации по разработке специализированной обучающе-тестирующей программы для оценки действий по синтезу и оптимизации параметров комбинированной технологии, прежде всего в части реализации открыто-подземной технологии отработки пологих пластов.

Ключевые слова: обучающе-тестирующая программа, открыто-подземная технология, пологие пласты.

При обучении по дисциплине «Технология отработки пологих пластов» на кафедре геотехнологии в качестве основы выполнения лабораторных работ и подготовки данных для выполнения курсового проекта достаточно успешно внедряется обучающе-тестирующая программа. В то же время попытки использовать обучающе-тестирующую программу при выполнении курсового проекта по дисциплине «Комбинированная разработка МПИ» осложняется рядом факторов, основными среди которых являются:

- отсутствие оценки снижения нагрузки при переходе разрывного нарушения как ориентира при определении нагрузки на короткие забои (КЗ);
- недостаточность оснований для распределения запасов между длинными комплексно-механизированными забоями (ДКМЗ) и КЗ;
- ограниченный выбор технических средств при разработке технологической схемы участка (ТСУ) с КЗ;
- невозможность конструирования собственной системы разработки;
- априорное задание параметров ТСУ с КЗ, что обычно ведет к 1-2 дополнительным итерациям и снижению оценки на 0,75-1 балла.

Таким образом, можно констатировать, что развитие обучающе-тестирующей программы при изучении дисциплины «Комбинированная разработка МПИ» может пойти по двум направлениям.

1. Доработка существующей обучающе-тестирующей программы [1-5] за счет интеграции ряда дополнительных модулей.

2. Разработка новой обучающе-тестирующей программы исключительно для дисциплины «Комбинированная разработка МПИ».

В первом случае необходимы разработка и интеграция в существующую обучающе-тестирующую программу следующих модулей:

- выбор расчета коэффициента влияния горно-геологических условий для оценки нагрузки на очистной забой при переходе разрывного нарушения;
- оптимизации параметров комбинированной технологии для расчета нагрузки на КЗ с учетом прироста капитальных и эксплуатационных затрат;
- расчета количества воздуха для проветривания КЗ и определения допустимой нагрузки по газовому фактору.

При анализе развития новой обучающе-тестирующей программы по второму направлению установлено, что разработка отдельного программного комплекса имеет смысл только при условии, что будет реализована возможность оценки действий обучаемого при синтезе и оптимизации как комбинированной подземной, так и открыто-подземной технологии. Оценка показывает, что такая программа может быть реализована на основе структуры и элементов обучающе-тестирующей программы для пологих пластов при условии успешного формирования следующих модулей:

- выбора и обоснования параметров участка открытых горных работ;
- выбора и обоснования технологии подземной безлюдной отработки пластов с борта разреза (из траншеи);
- выбора и обоснования параметров участка подземных горных работ;
- решение задачи линейного программирования для оптимизации параметров комбинированной технологии;
- решение задач синтеза и оптимизации параметров комбинированной технологии методами теории графов.

На рисунке 1 приведен вариант адаптации интерфейса на основе технологии фреймов [1] для решения задач синтеза и оптимизации параметров комбинированной технологии.

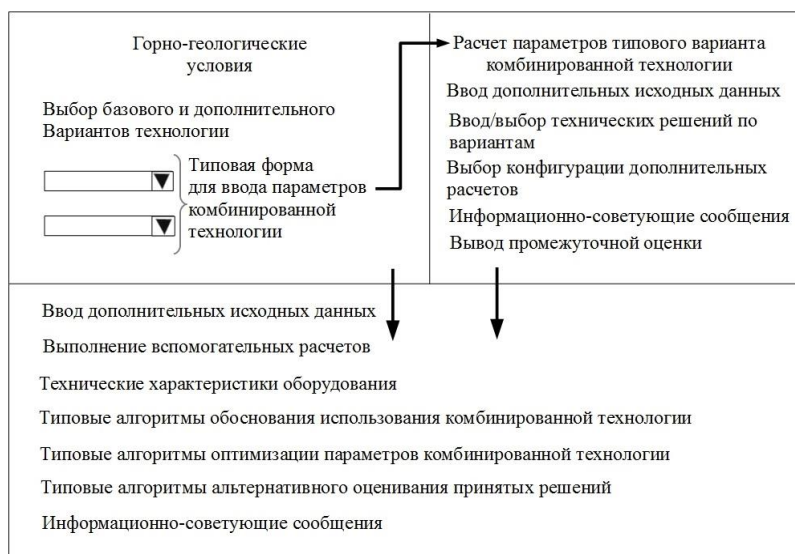


Рисунок 1 - Адаптация интерфейса на основе технологии фреймов для синтеза и оптимизации параметров комбинированной технологии

Предварительный анализ показал, что для полной реализации потенциала обучающе-тестирующей программы, обоснованного при внедрении аналогичной системы при изучении дисциплины «Технология отработки пологих пластов», более целесообразной является разработка специализированной программы, максимально полно учитывающей особенности и уже имеющиеся методические наработки [6] для дисциплины «Комбинированная разработка МПИ», особенно в части реализации открыто-подземной технологии отработки пологих пластов.

Библиографический список

1. Домрачев, А.Н. Совершенствование критерия оценки компьютерных лабораторных работ по курсу «Технология отработки пологих пластов» специальности 21.05.04 «Горное дело»/А.Н. Домрачев, С.В. Риб. // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2018.–№4(26)– С.63-65.

2. Говорухин, Ю.М. Разработка и внедрение в учебный процесс системы поддержки принятия решений при разработке технологической схемы очистного участка/ Ю.М. Говорухин, А.Н. Домрачев // Известия Тульского государственного университета. – 2018. –Вып. 1 – С.159-165.

3. Домрачев, А.Н. Использование нейросетевого моделирования для повышения эффективности функционирования обучающее-тестирующего комплекса/ А.Н. Домрачев, С.В. Риб.// Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2020.–№4(34)– С.44-46.

4. Домрачев А.Н., Риб С.В. Разработка междисциплинарных компьютерных лабораторных работ как основа массового внедрения обучающе-тестирующих систем по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2018. № 3 (25). С. 18 - 21.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613518. Подземная отработка пологих пластов: № 2021610394: заявл. 11.01.2021; опубл. 10.03.2021 / Домрачев А.Н.–1 с.

6. Домрачев, А.Н. Выбор и обоснование параметров комбинированной технологии при различных способах развития шахтного фонда/ А.Н. Домрачев, В.Г. Криволапов; Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2011.–209 с.– ISBN 978-5-7806-0364-1.

УВЕЛИЧЕНИЕ УГЛА ОТКОСА БОРТА КАРЬЕРА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ОБЪЕМА ВЫЕМКИ ПУСТЫХ ПОРОД

Трапезников К.С.

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,
канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: ktsoopeg@gmail.com*

В данной статье рассматривается возможность повышения производительности карьера за счет увеличения угла откоса борта.

Ключевые слова: угольный разрез, борт карьера, угол откоса уступов.

Снижение объемов выемки пустых пород на угольных разрезах является актуальным вопросом на горных предприятиях во время добычи полезных ископаемых. Кроме снижения объемов вскрыши с применением выпуклого борта на 3^0 большей крутизны, чем по проекту, можно дополнительно отработать открытым способом в придонной зоне и дне карьера около 10 млн. т угля. Для этих условий снижение объемов вскрыши в бортах карьера может составить от 25 до 30 млн. м³.

Исследованиями, проведенными в последние годы как в России, так и за рубежом установлено, что при разработке месторождений, особенно магматического типа, с крепкими вмещающими породами, имеется возможность повышения углов наклона бортов карьеров вплоть до максимально возможных. При этом, если учитывать, что верхняя зона покрывающих пород более нарушена, то нужно стремиться достичь эффектов при конструировании уступов и бортов в нижней глубокой зоне карьера. Об этом свидетельствует опыт работы зарубежных карьеров (Канада, Швеция), в том числе и в странах СНГ (Казахстан, Узбекистан).

Как известно из источников, устойчивость бортов формируется под влиянием природных и техногенных факторов [1].

Все факторы, оказывающие влияние на борт разреза можно разделить на следующие группы:

- инженерно-геологические;
- гидрогеологические;
- физико-географические;
- горнотехнические.

К наиболее существенным инженерно-геологическим факторам относятся [1-5] (структурно-тектоническое строение массива, прочность горных пород в прибортовом массиве, характеристики сопротивления сдвигу по контактам пород и другим поверхностям ослабления, деформационные характеристики пород и их длительная прочность, склонность пород в откосах к изменению свойств во времени).

В зависимости от факторов можно применить следующие способы увеличения угла откоса борта:

- 1) проводить заоткоску уступов;
- 2) проводить отчистку борта от сугробов;
- 3) вести постоянный анализ сейсмичности района;
- 4) через каждые 150-200 м по простиранию залежи постоянно выявлять наличие напорных вод и в случае их обнаружения снимать напоры бурением скважин;
- 5) проводить откачку дождевых и талых вод в прибортовой полосе на расстоянии до 100-150 м от верхней бровки борта с помощью дренажных скважин с применением насоса;
- б) не допускать подрезку горными работами поверхностей ослабления;
- 7) проводить укрепление оползнеопасных бортов бурением скважин в массив с заполнением скважин закрепляющим раствором;
- 8) проводить укрепление откосов анкерами, железобетонными сваями, контрфорсами, цементацией, электросиликацией.

Параметры уступов (угол откоса или высота) ограничиваются наличием в массиве поверхностей ослабления, не подлежащих подрезке откосом (системы трещин, контакты между различными литотипами и слоями, чередующиеся слабые пропластки и др.). Попытка придать уступам крутые углы откоса без учета падения контактов вызывает деформацию сдвига и самозаоткоску уступов по контактам и трещинам, хотя борт в целом имеет избыточный запас прочности.

Таким образом, на уступах с устойчивыми углами конструкция борта и угол его наклона будут зависеть от предельной высоты уступов, ширины и числа берм различного назначения, в соответствии, с рисунками 1 (а, б) и 2.

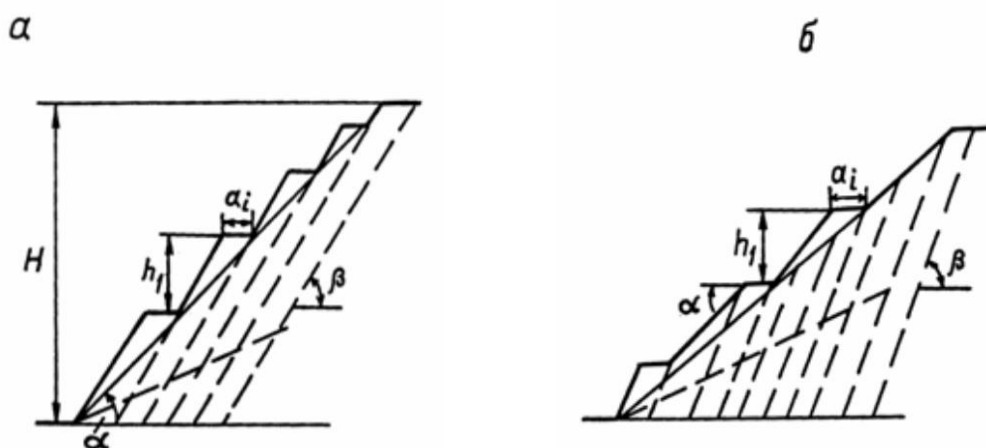


Рисунок 1 - Схема конструкции участка борта с предельной высотой уступов (а) и с надрезкой контактов (б)



Рисунок 2 - Применение на практике конструкции участка борта с предельной высотой уступов

На разрезе «Ерунаковский» углы заоткоски уступов приняты равными углу падения слоистости (ослаблений) при высоте уступов равной 25 м и бермах шириной 12,2 м с учетом некоторого их осыпания во времени. Угол откоса участка борта составляет 56° , а угол его откоса с учетом длительного состояния составляет 53° .

При крутой слоистости пород (ослаблений), трещинах дополнительное разрушение приоткосного слоя при производстве заоткоски уступа вызовет осыпание пород в течение сравнительно короткого времени. Дальнейшее разрушение берм и откосов уступов зависит от прочности пород, в том числе от прочности породы в куске с учетом зависимости величин характеристик пород – угла внутреннего трения φ и сцепления C от предела прочности породы на сжатие $\sigma_{сж}$ и на разрыв $\sigma_{р}$.

Библиографический список

1. Зозуля, М. Ю. Анализ факторов, определяющих устойчивость бортов и откосов уступов / М. Ю. Зозуля, А. В. Матвеев, В. С. Егоров // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 19–21 мая 2020 года / Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2020. – С. 192-195.
2. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. Изд. ВНИМИ. С-Петербург, 1998. – 208 с.
3. Михайлов, В. С. Увеличение угла откоса борта карьера за счет предлагаемого мероприятия на примере Коршуновского карьера / В. С. Михайлов // Молодой ученый. — 2021. — № 50 (392). — С. 33-38.
4. Голицин В.В., Иванов С.В., Жуковский Я.М. Вопросы устойчивости бортов железорудных карьеров // Проектирование предприятий горнорудной промышленности. – М.: Недра.1976. – С. 48-59.
5. Галустьян Э.Л. Типизация бортов карьеров по критерию оптимальности углов их наклона // Горный журнал. – 1999. – №2. – С. 29-33.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОЛОДЫХ ПОЧВ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ УЧАСТКАХ

Турмий Я.А., Рязанова Е.М.

Научный руководитель канд. биол. наук Семина И.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: turmiy.011@mail.ru*

В данной статье рассматривается исследование петрографического состава молодых почв, которые образованы на поверхности техногенных ландшафтов. По результатам исследований выявлено, что петрографический состав на всех участках довольно схож, присутствуют обломки каменного угля, обломки аргиллитов, алевролитов, кристаллы кальцита (редко) и незначительное содержание глинистых частиц.

Ключевые слова: петрографический состав, молодые почвы, рекультивация нарушенных земель.

В Кузбассе актуальным является вопрос рекультивации нарушенных земель. Особенно велика доля нарушенных земель в южной части Кузнецкой котловины, в зоне Кузнецкого угольного бассейна, где проживает более 120 тысяч населения (Южно – Кузбасская агломерация) [1].

Нарушенные (техногенные) земли являются своеобразными отходами производства, оказывающими отрицательное воздействие на компоненты окружающей среды. Широко распространены природно-техногенные и техногенные ландшафты, формирование которых связано с открытыми разработками каменноугольных месторождений. Горные работы оказывают отрицательное влияние на окружающую среду, в особенности при открытой добыче угля. Разработка месторождений открытым способом ведет к разрушению всей экосистемы.

Целью работы является исследование петрографического состава молодых почв.

Минеральная компонента почв состоит из первичных породообразующих и вторичных глинистых минералов. Глинистые минералы определяют важнейшие почвенные свойства: емкость поглощения, многие характеристики почвенного поглощающего комплекса, важнейшие водно-физические свойства, буферность, обеспеченность доступными для растений формами калия, фосфора и некоторыми микроэлементами, способность к необменной фиксации калия п аммония и т. д. [2].

По петрографическому составу наиболее распространенные породы каменноугольных месторождений Кузбасса, выносимые в результате вскрышных работ на дневную поверхность, можно разделить па следующие группы: песчаники, алевролиты, аргиллиты, известняки [2].

Песчаники светло-серые, желто-серые, от мелкозернистых до среднезернистых. Основной породообразующий компонент (62 – 80 %) - хорошо

отсортированные обломки, в различной степени измененных эффузивов кислого и основного состава, глинисто-серицитовых, серицитовых, кварц-серицитовых сланцев, кремней, микрокварцитов. Минералогический состав этих песчаников довольно однообразен. Набор минералов тяжелой и легкой фракций остается почти неизменным.

Алевролиты и аргиллиты характеризуются светло- и темно-серой окраской. Данные породы также сложены преимущественно глинистой массой, обломочным материалом.

Одна из основных задач рекультивации нарушенных земель – развитие почвообразовательных процессов, создание на рекультивируемой поверхности плодородного горизонта [3].

Объектами изучения являются молодые почвы, сформированные на участках рекультивации в горно-таёжной зоне Кузбасса.

В соответствии с классификацией почв техногенных ландшафтов на исследуемых участках сформированы молодые почвы: инициальные эмбриоземы (таблица 1: точка 1, точка 2 и точка 3) [4].

Таблица 1 – Петрографический состав молодых почв

№ п\п	Молодые почвы	Глубина, см	Петрографический состав
1	Инициальный эмбриозем (Точка 1)	0 – 5	1 Частицы каменного угля, размер частиц менее 1 мм, немного, бурая черта. 2 Глинистые частицы (немного). 3 Алевролит, аргиллит; мелкозернистые, 0,5-1 м. 4 Кристаллы кальцита; размеры обломков менее 0,3 мм, немного.
2	Инициальный эмбриозем (Точка 2)	0 – 5	1 Аргиллит, алевролит, среднезернистые, 1-3 мм. 2 Частицы каменного угля; размер частиц 1-1,5 мм, немного. 3 Кристаллы кальцита (редко); размер частиц менее 0,1 мм. 4 Глинистые частицы (немного).
3	Инициальный эмбриозем (Точка 3)	0 – 5	1 Песчаник среднезернистый, 1-3 мм. 2 Кристаллы кварца (редко); размер частиц менее 0,1 мм. 3 Глина, много.

Образцы молодых почв техногенных ландшафтов исследовались в СибГИУ «Центр геоэкология». В процессе работы были изучены три образца с помощью бинокулярного и поляризационного микроскопов.

Следует отметить, что высокая каменистость исследуемых молодых почв определяет неблагоприятные водно-физические свойства почвообразующих пород (гидротермический режим), которые на начальных этапах оказывают существенное влияние на развитие первичных растительных сообществ.

ществ и процессов почвообразования [4, 5, 6].

По результатам исследований выявлено, что петрографический состав молодых почв на всех участках довольно схож, присутствуют: обломки каменного угля, размеры обломков 1 – 1,5 мм, обломки аргиллитов, алевролитов и кристаллы кальцита (редко), размер частиц менее 0,1 мм.

Библиографический список

1. Геологическое строение и полезные ископаемые Кемеровской области : учебное пособие для вузов / Е. Д. Шпайхер, Я. М. Гутак, О. Г. Епифанцев, К. Д. Лукин; Сиб. гос. индустр. ун-т. - Новокузнецк, 2006. - 169 с.

2. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Рагимзаде Ф.К. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов / Отв. ред. В. М. Курачев; Российская академия наук, Сиб. отделение, Институт почвоведения и агрохимии. - Новосибирск: Наука: Сиб. отделение, 1992. - 303 с.

3. Семина И.С., Андроханов В.А. Почвенно-экологическое обследование участков, рекультивированных отходами углеобогащения, на примере Кемеровской области – Кузбасса // Уголь. - 2021. – №7. - С. 57-62.

4. Курачев, В.М. Классификация почв техногенных ландшафтов / В.М. Курачев, В.А. Андроханов // Сиб. экол. журнал. – 2002. – № 3. – С. 255–261.

5. Середина В.П., Андроханов В.А. Экологические аспекты биологической рекультивации почв техногенных экосистем Кузбасса / В.П. Середина, В.А. Андроханов, Т.П. Алексеева, Л.Н. Сысоева, Т.И. Бурмистрова, Н.М. Трунова // Вестник Томского государственного университета. Биология. - 2008. – С. 62–69.

6. Семина, И.С. Опыт использования отходов углеобогащения для рекультивации нарушенных участков / И.С. Семина, В.А. Андроханов, Е.Д. Куляпина // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 9. – С. 159–175.

УДК 622.822.22

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕР ПО БОРЬБЕ С САМОВОЗГОРАНИЕМ УГЛЯ В УСЛОВИЯХ ШАХТ КУЗБАССА

Шинтев И.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, shintev1206@mail.ru*

Наибольший экономический ущерб наносят эндогенные пожары, возникающие от самовозгорания угля. Для повышения безопасности и экономической эффективности рассмотрены меры по борьбе с самовозгоранием,

позволяющие снизить травматизм, несчастные случаи на угольных шахтах Кузбасса.

Ключевые слова: самовозгорание угля, эндогенные пожары, травматизм, несчастные случаи, самонагревание

Эндогенные пожары происходят в результате самовозгорания угля, вероятность которого зависит от склонности угля к самонагреванию, а также от горно-геологических и горнотехнических условий разрабатываемых месторождений. Самовозгорание угля происходит от постоянного окисления разрыхленного и раздавленного в целиках угля. Процесс окисления происходит с выделением тепла. Если условия выемки угля, склонного к самонагреванию, не обеспечивают отвод тепла, образующегося в угле, и 50-70 % его остаётся в нем, а температура достигает 300-350 °С, то самонагревание переходит в самовозгорание.

Основными причинами эндогенных пожаров являются:

- наличие материала, способного окисляться (скопление раздробленного угля, руды и угольного сланца);
- приток кислорода к окисляющейся поверхности частиц скопления;
- затрудненный отток тепла из очага самонагревания.

Анализ литературных источников показал [1-4], что большое количество аварий возникает по причине возникновения эндогенных пожаров. Так, например, авария на шахте «Распадская» от 6 мая 2013 года: зафиксировано кратковременное изменение скорости воздуха и скачок концентрации оксида углерода выше фоновых значений. Анализ проб показал наличие пожарных концентраций индикаторных газов: оксида углерода, водорода, этилена, ацетилена и пропилена. Комиссией по расследованию установлено, что авария произошла из-за вспышки метана ограниченного объема в выработанном пространстве лавы 4-9-23 [5].

На шахте «Ерунаковская-8» 4 октября 2022 года произошел эндогенный пожар. Причиной пожара стало самовозгорание химического реагента. Возгорание ликвидировано работниками участка УМГШО. В шахте находилось 243 человека. Все люди выведены на поверхность. Пострадавших нет.

Наиболее распространенным и безопасным методом предотвращения самовозгорания является обработка угля в шахтах антипирогенами. Однако состав и свойства угля могут существенно меняться в зависимости от условий формирования угольных пластов, длительности процессов метаморфизма, глубины залегания пластов и т.д. Поэтому необходимо подбирать антипироген для каждого выемочного участка [6].

Снижение концентрации кислорода в скоплениях угля легко достигается при изоляции отработанных участков путем возведения перемычек. Однако после возведения перемычек концентрация кислорода в изолированном пространстве может уменьшаться медленно. Поэтому для быстрого снижения концентрации кислорода в выработанном пространстве обычно используют подачу азота в жидком или газообразном состоянии. Нагнетание азота

можно применять и для инертизации атмосферы выработанного пространства в действующих забоях [7].

Установлено, что снижение эндогенной пожароопасности в период ведения горных работ возникает из-за наличия нарушенности, трещиноватости пород и разрыхленности горного массива вблизи дизъюнктивных нарушений.

Для локализации пожаров в угольных шахтах предлагается использовать чураковые перемишки (рубашки), так как срок ввода пожарного участка в эксплуатацию значительно сокращается, для пуска вновь подготовленной линии очистных забоев в эксплуатацию необходимо лишь время на возведение рубашек. Однако применение этого способа зависит от состояния горных выработок и свойств боковых пород. Так, например, в трещиноватых породах весьма трудно достигнуть тщательной изоляции очага пожара рубашками, а на тампонаж пород потребуется много времени. Рубашки чаще всего возводят из чураков длиной 0,8 - 1 м диаметром 16 – 20 см, сложенных на глиняном или цементном растворе, в зависимости от степени обводненности выработок. Чураковые стенки укладывают на глиняной или цементной подушке толщиной 0,15 – 0,20 м, чтобы повысить их воздухопроницаемость. При качественном возведении рубашек пожар можно потушить в течении 1 – 2 мес.

Снизить эндогенную пожароопасность угольных шахт можно путем уменьшения количества выделяемого тепла и за счет роста потерь тепла в окружающее пространство. Воздействие на эти параметры увеличит длительность инкубационного периода самовозгорания, равного времени, необходимого для достижения углем критической температуры [6].

Для снижения травматизма, несчастных случаев на шахтах Кузбасса от самовозгорания, рекомендуется использовать органический состав для изоляции и отходов от внешнего воздействия. Он блокирует полностью поступление кислорода к обработанной поверхности, а увеличенная адгезия позволяет создавать сплошное покрытие на различных поверхностях, например, скальная порода, пластик, стекло, уголь, хвосты обогащения и др. Благодаря прочности, состав способен противостоять климатическим факторам, а также минимальным динамическим проявлениям.

Полученный состав должен представлять густую вязкую консистенцию, обладающую улучшенной адгезией и стойкостью к низким температурам, нагреву без потери свойств.

Для нанесения раствора может быть предусмотрена система распределения, которая способна смешивать и наносить большие объемы раствора. Нанесенный состав на обрабатываемую поверхность затвердевает в течение от 8 до 24 часов.

В таблице 1 приведены компонентные составы органических материалов. Состав № 1 содержит цемент, синтетическое волокно, воду. Приготовление осуществляется путем смешивания.

Составы № 2-5 (таблица 1) содержат: цемент, уксусную кислоту, целлюлозно-диспергируемый полимер, синтетическое волокно, железистый пигмент и воду.

Таблица 1 - Компетентный состав органических материалов [8]

Компетентный состав	Состав № 1	Состав № 2	Состав № 3	Состав № 4	Состав № 5
	мас. %	мас. %	мас. %	мас. %	мас. %
Цемент	15	20	25	50	65
Уксусная кислота	0	1	5	10	15
Целлюлозно-диспергируемый полимер	0	0,1	5	10	15
Синтетическое волокно	0,1	0,2	15	30	35
Железоокислый пигмент	0	1,0	15	20	25
Вода	Остальное				

Результаты лабораторных исследований составов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты лабораторных исследований составов [8]

Свойства состава	Состав №1	Состав №2	Состав № 3	Состав № 4	Состав №5
Смываемость водой при нанесении на 1м ² поверхности 200 г вещества, г/м ²	1	1	2	3	1
Адгезия, МПа	3	5	7	8	5
Огнестойкость	не горит	не горит	не горит	не горит	Плавится/разрушается
Предел прочности при одноосном растяжении, МПа	0,30	1,84	1,45	1,41	0,40

По результатам лабораторных исследований составов можно сделать выводы:

- Состав №1 обладает самой низкой адгезией и пределом прочности на одноосное растяжение. Это обуславливается отсутствием целлюлозно-диспергируемого полимера, который служит повышению адгезионных свойств путем создания полимерной сетки в структуре состава, а наличие синтетического волокна увеличивает прочность при одноосном растяжении.

- Состав №2-4 представляют собой составы при которых наблюдается значительное (до 8 г/м²) улучшение адгезионных свойств за счет наличия целлюлозно-диспергируемого полимера, а также предела прочности при одноосном растяжении до 1,84 МПа, что обусловлено присутствием синтетического волокна.

- Состав №5 представляет состав с запредельными мас. % компонентами, при которых наблюдается уменьшение адгезионных свойств и предела прочности при одноосном растяжении. Полученный состав не огнестойкий и плавится/разрушается при наведении открытого огня.

Вывод. Использование предложенных профилактических мер позволит избежать возникновения эндогенных пожаров в скоплениях угля в условиях

шахт Кузбасса. Выбор конкретного способа изменения параметров процесса самовозгорания (инертизация атмосферы, обработка антипирогеном, увлажнение угля, охлаждение и пр.) зависит от доступности способов, экономической целесообразности и необходимого замедления процесса самовозгорания.

Для существенного повышения эффективности снижения эндогенной пожароопасности рекомендуется одновременное воздействие на процесс самовозгорания нескольких факторов, например, обработки угля антипирогеном и снижения концентрации кислорода в окружающем воздухе. Состав для изоляции пород и отходов от внешнего воздействия может образовывать долговечное покрытие на покрываемой поверхности, что предотвращает выделение любых вредных веществ, газов и запахов. Предотвращает возможность возникновения пожаров, перемещение или распыление материала, например, из-за ветра или осадков, и предотвращает попадание любых веществ, осадков на поверхность, а также укрепляет откос массива.

Таким образом, предотвращение эндогенных пожаров профилактическими мерами позволит повысить безопасность горных работ и снизить экономический ущерб от аварий.

Библиографический список

1. Портола В.А. Интенсификация процесса самовозгорания угля при перевозке автомобильным транспортом [Текст]: / В.А. Портола, Е.С.Торосян // Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 1. – С. 46-49.

2. Борзых Д.М. Предупреждение и тушение эндогенных пожаров на ОАО "Шахта имени В.И. Ленина" / Д.М. Борзых, А.М. Никитина, С.В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13-15 мая 2015 г. Вып. 19. Ч. 2: Технические науки / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. ред. М. В. Темлянцева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2015. - С. 26-28.

3. Борзых Д.М. Предупреждение и локализация эндогенных пожаров в угольных шахтах / Д.М. Борзых, А.М. Никитина, С.В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. ред. М. В. Темлянцева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2019. - Вып. 23. Ч. IV. Естественные и технические науки.- С. 89-92.

4. Моисеев А.А. Анализ причин возникновения и разработка рекомендаций по профилактике и тушению эндогенных пожаров на шахтах Юга Кузбасса / А.А. Моисеев, А. М. Никитина, С. В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 19–21 мая 2020 года / Под общей редакцией М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2020. – С. 133-138.

5. Лебедев А. В. О результатах расследования аварий на шахтах Кузбасса, отрабатывающих склонные к самовозгоранию пласты // А.В. Лебедев, А.И. Кравченко, П.А. Шлапаков, Ли Хи Ун // Кемерово: Вестник - 2013. - №

2. - С. 20-25.

6. Портола В. А. Оценка мер по предупреждению эндогенных пожаров в угольных шахтах / В.А. Портола, А.Е. Овчинников, А.Н. Жданов // М: Горный информационно-аналитический бюллетень - 2019. – № 12. – С. 205–214.

7. Син С.А. Повышение безопасности и эффективности использования азота для борьбы с самовозгоранием угля в выработанном пространстве шахт // С.А. Син, В.А. Портола, В.Г. Игишев // М: Уголь - 2019. - № 2. - С. 11-14.

8. Пат. 2775024 Санкт-Петербург, МПК С04В28/02. Состав для изоляции пород и отходов от внешнего воздействия [Текст] / Аргимбаев Каербек, Аргимбаева Кристина; - №2775024; заявл. 16.12.21; опубл. 27.06.22. - 7 с.; 1 л. ил.

УДК 622.271:622.807

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИИ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ДОБЫТОГО УГЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ТРАНСПОРТОМ

Альвинский Я.А., Григорьев А.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: alvinskiy_yaa@mail.ru, grigorev_sibsiu@mail.ru*

В данной статье приведено лабораторное исследование проб почвы, взятых рядом с технологической дорогой и лесозащитной полосой, приведена оценка влияния пыления горной массы при транспортировании ее с разреза «Степановский» на погрузочную площадку по технологическим дорогам и дорогам общего пользования, а также оценка природоохранных мероприятий, направленных на экологическую безопасность при перевозке углей.

Ключевые слова: экология, угольная пыль, лесозащитная полоса, технологическая дорога, лабораторные исследования, выбросы, атмосфера, санитарно-защитная зона, выветривание, перевозка.

Мелкие частицы ископаемых углей, другими словами угольная пыль – является одним из опасных факторов горного производства. Загрязнение атмосферы наносит существенный ущерб качеству окружающей среды, оказывает негативное влияние на здоровье работающего персонала и население, проживающее вблизи горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий [1, 4-7]. Достаточно легкое распространение и высокое содержание опасных компонентов, находящихся в угольной пыли, создали необходимость в определенных санитарных нормах, регламентирующих расположение угольных разрезов, складов, обогатительных фабрик на определенных расстояниях от населенных пунктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН от-

носят угольные разрезы и горно-обогатительные комбинаты в КЛАСС I - санитарно-защитная зона 1000 м [2].

В общей доле выбросов в атмосферу разреза «Степановский» основную массу занимают взвешенные вещества, диоксид азота, оксид углерода. Распространение угольной пыли при выветривании в процессе перевозок наносит не меньший вред на экологию региона. Данная научно-исследовательская работа проведена с целью определения параметров зоны загрязнения угольной пылью и оценки влияния лесозащитной полосы на перенос частиц угольной пыли при транспортировке полезного ископаемого по технологическим дорогам и дорогам общего назначения.

В качестве объекта исследования взят участок технологической дороги вблизи поселка Елань и станции Разъезд Абагуровский, используемый для транспортирования горной массы с разреза «Степановский» на погрузочную площадку (рисунок 1).



Рисунок 1 – Зона исследования участка технологической дороги



Рисунок 2 – Схема взятия проб

На участке технологической дороги и некотором расстоянии от нее были взяты 12 проб почвы. Места расположения точек взятия проб указаны на рисунке 2. При детальном рассмотрении участков апробирования уста-

новлено, что участки 1 и 2 с приблизительно равной протяженностью, имеют схожий рельеф, но различны по наличию защитной лесополосы.

Для наглядности приведены спутниковые снимки местности и измерения, сделанные в публичной кадастровой карте первого и второго участков (рисунки 3 и 4).

На участке 1, на расстоянии 190 метров от технологической дороги имеется лесополоса. На участке 2 на протяжении 300 метров не встречается сплошной лесополосы и высоких деревьев. Соответственно проба 1.4 взята внутри лесополосы, а проба 1.5 за защитными лесонасаждениями. Пробы участка 2 взяты на открытой местности. Для контрольного сравнения были взяты две пробы на участке 3, а именно проба 3.1 на расстоянии 5 метров от дороги и проба 3.2 на расстоянии 25 метров, внутри участка лесонасаждений (рисунок 5).



Рисунок 3 – Снимок участка 1



Рисунок 4 – Снимок участка 2



Рисунок 5 – Снимок участка 3

После проведения лабораторного исследования [3] получен «Протокол рентгеноспектрального анализа». Результаты протокола представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа проб почвы

№ пробы		Массовая доля элементов, %					
лаборат.	заказч	C	CaO	MgO	Na ₂ O	S	SiO ₂
22-3058	1.1	42,27	3,84	1,03	0,54	0,47	33,40
22-3059	1.2	14,28	4,28	1,61	0,82	0,24	55,73
22-3060	1.3	9,27	2,21	2,04	0,97	0,22	58,16
22-3061	1.4	2,56	1,95	2,68	1,14	0,12	63,83
22-3062	1.5	1,43	1,89	2,68	1,10	0,11	64,67
22-3063	2.1	45,53	2,76	1,10	0,50	0,53	31,14
22-3064	2.2	13,93	3,87	1,48	0,76	0,27	54,18
лаборат.	заказч	C	CaO	MgO	Na ₂ O	S	SiO ₂
22-3065	2.3	8,92	2,13	1,96	0,89	0,19	59,77
22-3066	2.4	5,33	2,84	2,53	1,06	0,15	61,49
22-3067	2.5	3,31	3,10	1,98	1,66	0,11	68,73
22-3068	3.1	50,54	2,21	0,77	0,51	0,62	29,02
22-3069	3.2	2,92	3,12	2,02	1,72	0,11	68,66

Из полученных результатов исследования следует (рисунки 6 и 7):

– Пробы, взятые на расстоянии 5 метров от технологической дороги имеют содержание углерода от 42 до 50 %, что может говорить о вероятных пылениях и просыпах горной массы с технических средств, перевозящих полезное ископаемое.

– Пробы, взятые на открытой местности участков 1 и 2, а именно 1.2, 1.3, 2.2, 2.3 имеют схожие значения по процентному содержанию углерода и других компонентов.

– Анализ проб 1.4, 1.5 и 2.4, 2.5 показывает резкое снижение процентного содержания углерода в пробах первого участка (взятых в

лесополосе и за ней) в отличие от проб 2 участка, взятых на открытой местности.

– Проба 3.2, взятая на расстоянии 25 метров от дороги за лесонасаждениями имеет схожий процентный состав и содержание углерода с пробами 1.4 и 1.5 и более низкое содержание данного компонента в сравнении с пробой 1.5, взятой на открытой местности, на расстоянии 285 метров от дорожного полотна.

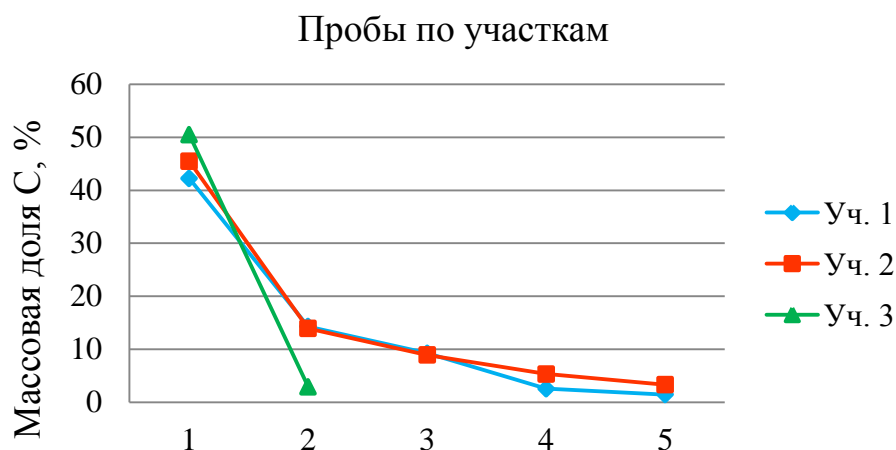


Рисунок 6 – График содержания углерода (C, %) в пробах по участкам 1-3

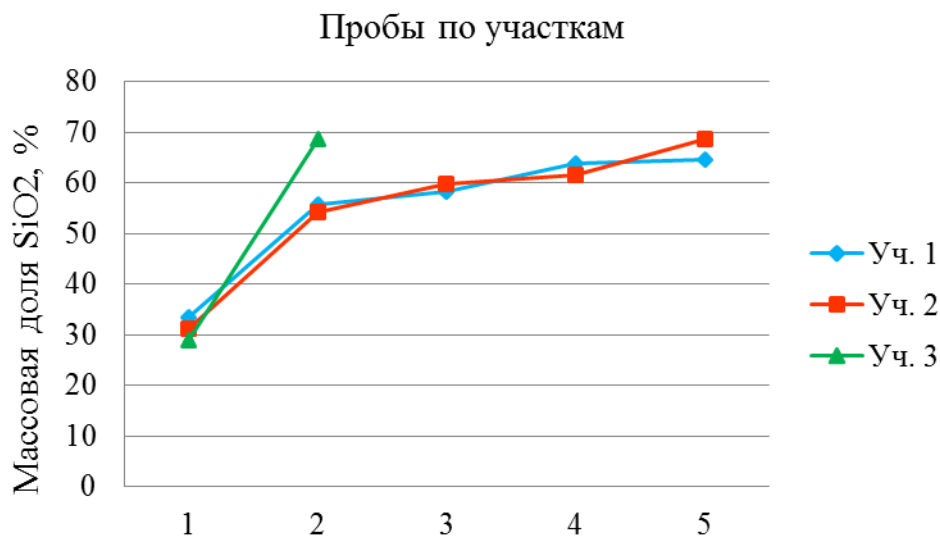


Рисунок 7 – График содержания диоксида кремния (SiO_2 , %) в пробах по участкам 1-3

Таким образом, проведенные исследования подтверждают положительное влияние лесозащитной полосы на процесс распространения пылевого облака угольных частиц, а также в качественном использовании их для санитарно-защитных зон. Выявлено, что лесозащитная полоса обладает высокой эффективностью для снижения доли частиц угольной пыли от пере-

возки полезного ископаемого, приводит к снижению объема угольной пыли, попадающей в легкие жителей прилегающих территорий, водоемы, почву.

Библиографический список

1. Шеховцов А.И. Определение факторов, влияющих на начальный этап цепи поставок угля / А.И. Шеховцов, Я.А. Шашкова // Сборник научных трудов ДонИЖТ. 2016. №43. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-faktorov-vliyayuschih-na-nachalnyy-etap-tsepi-postavok-uglya>.

2. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс] Режим доступа : <https://files.stroyinf.ru/Data1/52/52471/index.htm>

3. ГОСТ 30416–2012. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. – М., 2013.

4. Фомин А.И. Исследование влияния угольной пыли на безопасность ведения горных работ / А.И. Фомин, Я.С. Ворошилов, Д.Ю. Палеев // Горная промышленность. – 2019. – № 1 (143). – С. 70-73.

5. Снижение запыленности горных выработок в условиях шахты «Хакасская» // А. М. Никитина, С. В. Риб, Д. М. Борзых / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сибирский государственный индустриальный университет; под общественной редакцией М.В. Темлянцева. 2019. С. 96-100. – URL: <http://library.sibsiu.ru>

6. Разработка технических решений по обеспечению пылевзрывобезопасного состояния горных выработок угольных шахт // Секингер Н.Ю., Никитина А.М., Риб С.В., Коряга М.Г. / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией М.В. Темлянцева. 2020. С. 62-66.

7. Никитина, А. М. Современные методы и средства пылеподавления на угольных шахтах / А. М. Никитина, С. В. Риб, Д. М. Борзых // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 12–14 мая 2021 года. Том Вып. 25. Ч. II. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. – С. 131-135.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ДОРАБОТКЕ ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ КОРОТКИМИ ОЧИСТНЫМИ ЗАБОЯМИ

Альвинский Я. А., Григорьев А. А., Мананников С.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: alvinskiy_yaa@mail.ru, grigorev_sibsiu@mail.ru*

В данной статье проведен анализ схем отработки запасов короткими очистными забоями, рассмотрены преимущества в сравнении с длинными комплексно-механизированными забоями, предложено техническое решение по их усовершенствованию.

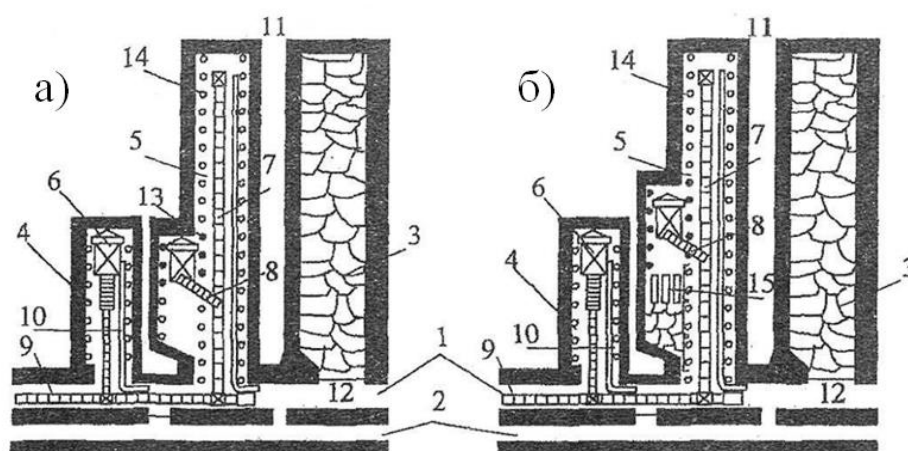
Ключевые слова: короткие забои, камерная система разработки, отработка участков, ограниченные запасы, шахтное поле, выемочный столб.

На действующих шахтах России область рационального применения эффективных технологий выборочной отработки пластов ограничена следующими основными горно-геологическими и горнотехническими условиями: угол падения пласта 0-25°, вынимаемая мощность пласта 1,3- 4,5 м, глубина разработки до 600 м, длина выемочных полей 2-4 км, длина очистного забоя до 300 м и др., что подтверждается высокими технико-экономическими показателями новых и модернизированных шахт Кузбасса. Однако на действующих низкорентабельных шахтах, построенных или реконструированных в прошлом веке, возможность применения новых эффективных отечественных и зарубежных технологий и технических средств угледобычи для доработки остаточных запасов угля весьма ограничена сложной и нерациональной инфраструктурой горного хозяйства. В этих условиях для выемки запасов на локальных участках месторождений целесообразно применение системы разработки короткими очистными забоями: камерные и камерно-столбовые системы разработки [1-4].

Короткий забой - это очистная выработка небольшой ширины (4-10 м), отличающаяся от длинного забоя характером проявления и способами управления горным давлением, а также способами и средствами выемки угля. В коротком забое проявление горного давления существенно зависит от условий устойчивости горных пород у его концов. По представленной схеме отработки пласта тупиковыми камерами с расширением прямым ходом (рисунок 1) можно выбрать: технологию и порядок отработки участка, средства механизации по выемке и транспортировке угля, креплению кровли, а также их сочетание для конкретных горно-геологических условий залегания угольного пласта с учетом финансовых возможностей угледобывающего предприятия.

Применяются в основном для доработки запасов и выемки целиков с целью снижения потерь полезного ископаемого. Область применения систе-

мы разработки короткими забоями не распространяется на пласты, склонные к горным ударам. Основные трудности связаны с поддержанием в безопасном состоянии целиков и применением профилактических мероприятий, в случае прогнозирования или появления в целиках признаков удароопасности.



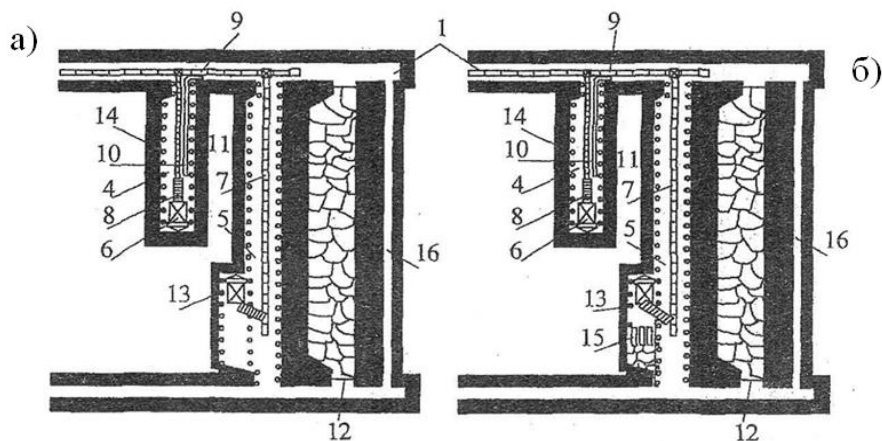
1 – конвейерный штрек; 2 – вентиляционный штрек; 3 – отработанная камера; 4 – формируемая камера; 5 – камера с расширением; 6 – проходческий комбайн; 7 – ленточный конвейер; 8 – перегружатель; 9 – участковый конвейер; 10 – вентиляционный став; 11 – межкамерные целики; 12 – перемычка; 13 – индивидуальные гидростойки; 14 – деревянные стойки; 15 – самодвижущаяся комплектная крепь [3]

Рисунок 1 – Схема отработки запасов пласта тупиковыми камерами с расширением прямым ходом: а) с поддержанием выработанного пространства; б) с частичным погашением

Для условий неустойчивых пород одной из эффективных является технологическая схема отработки пласта камерами с расширением обратным ходом (рисунок 2), предполагающая полное погашение камеры при ее доработке обратным ходом, для чего необходимо использовать два комплекта самодвижущейся крепи. Вентиляционный штрек, кроме основной функции, выполняет также и роль монтажной выработки, в которой подготавливаются комплектные крепи.

Сущность систем с короткими забоями заключается в том, что длинные столбы в пределах этажа или панели подготавливаются как и для длинных очистных забоев, но внутри этих столбов очистной забой охватывает не всю ширину столба от транспортного штрека до вентиляционного, а отрабатывается таким образом, что между отработанным (вынутым) и пространством, где ведется выемка угля, оставляются целики угля, которые в зависимости от условий могут частично извлекаться или не извлекаться вообще. Таким образом, короткие забои, как правило, ограждены со стороны обрушенных пород целиками угля.

Назначение этих целиков состоит в том, чтобы воспринимать давление пород, частично или полностью устраняя его влияние на сам очистной забой. В результате потери угля при системах с короткими забоями достигают 30-50 % и более.



1 – конвейерный штрек; 2 – вентиляционный штрек; 3 – отработанная камера;
 4 – формируемая камера; 5 – камера с расширением; 6 – проходческий комбайн;
 7 – ленточный конвейер; 8 – перегружатель; 9 – участковый конвейер; 10 – вентиляционный став; 11 – межкамерные целики; 12 – перемычка; 13 – индивидуальные гидростойки;
 14 – деревянные стойки; 15 – самодвижущаяся комплектная крепь; 16 – обходная выработка [3]

Рисунок 2 – Схема отработки запасов пласта камерами с расширением обратным ходом: а) с поддержанием выработанного пространства;
 б) с частичным погашением

Основной особенностью этих систем разработки является то, что выемка угля ведется преимущественно в тупиковых забоях, проветривание которых за счет общешахтной депрессии затруднено или вообще невозможно, а также то, что выемка угля в коротких забоях с применением машин ведется всегда в лоб забоя.

Отсутствие призабойной стоечной крепи позволяет вести выемку угля в коротком забое поточным методом и применять полную механизацию и автоматизацию основных процессов очистной выемки.

В тех ситуациях, когда необходимо осуществить наиболее быструю отработку участков с ограниченными запасами и обеспечить высокую степень концентрации очистных работ, предлагается использовать технологические схемы отработки запасов пласта камерами с расширением обратным ходом и полным погашением (рисунок 3). Достоинством такой схемы является возможность отработки участков как с углями невысокой крепости, при которых прочность междукамерных целиков близка к максимальному давлению на них, так в условиях пучащих пород почвы. В этом случае высокие темпы ведения очистных работ позволяют избежать развития негативных проявлений горного давления, приводящих к потере устойчивости целиков угля и чрезмерному пучению.

Главным преимуществом коротких забоев, которое обусловлено наличием целиков угля, воспринимающих давление налегающих пород, заключается в резком снижении трудоемкости работ по креплению забоя или вообще полное отсутствие крепления как процесса. Это снижение трудоемкости обеспечивается ведением работ без крепи или с использованием анкерной

крепи в коротком забое.

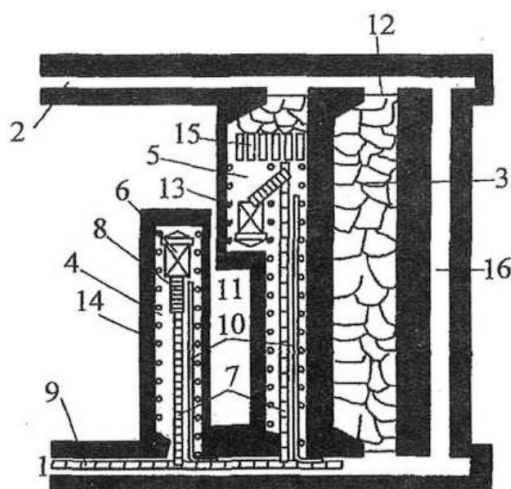


Рисунок 3 – Схема отработки запасов пласта камерами с расширением обратным ходом и полным погашением: 1 – конвейерный штрек; 2 – вентиляционный (монтажный) штрек; 3 – отработанная камера; 4 – формируемая камера; 5 – камера с расширением; 6 – проходческий комбайн; 7 – ленточный конвейер; 8 – перегружатель; 9 – участковый конвейер; 10 – вентиляционный став; 11 – межкамерные целики; 12 – перемычка; 13 – индивидуальные гидростойки; 14 – деревянные стойки; 15 – двойной комплект самодвижущаяся крепи; 16 – обходная выработка [3]

Попытки применения камерных и камерно-столбовых систем разработки с использованием отечественного и импортного оборудования в Кузбассе предпринимались неоднократно на шахтах «им. В.И. Ленина», «Углекоп», «Есаульская», «Антоновская», «Полосухиская» «Инская», «Юбилейная», «Заречная» и др. [4,5].

Технология выемки и транспортирования угля на основе проходческого оборудования может быть реализована в широком диапазоне горно-геологических и горнотехнических условий Кузнецкого бассейна и для этих условий разработаны различные рациональные варианты технологий. Для селективной выемки пластов со сложной структурой перспективными являются флангово-фронтальная и короткозабойная фронтальная технологии с применением машины фронтально-избирательного действия, которая имеет телескопическую стрелу с дисковым рабочим органом, снижающим динамические удары.

Применение самоходной платформы в конструкции машины весьма перспективно для создания выемочного механизма в рамках короткозабойной технологии. Бурошнековая технология может быть принята как базовая для разработки универсальных совмещенных технологических схем очистных и подготовительных работ на пологих пластах тонких и средней мощности в составе проходческих и буро-закладочных комплексов для выборочной отработки угольных месторождений Кузнецкого бассейна.

Библиографический список

1. Жетесова Г.С. Моделирование камерной выемки с уступной формой забоя / Г.С. Жетесова, К.М. Бейсембаев, Ж.Н. Нокина, Ж.Т. Акижанова, Д.К. Асмагамбет // Уголь, 2021. - №1.- С.14-20.
2. Домрачев А.Н. Особенности оценивания технических решений по отработке запасов короткими забоями / А.Н. Домрачев, С.В. Риб // Вестник Сибирского государственного индустриального университета / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. редакцией Е.В.Протопопова, М.В.Темлянцева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2019. - №4(30). - С.21-24.
3. Тациенко В.П. Научное обоснование и разработка технологических схем отработки пологих и наклонных угольных пластов короткими очистными забоями на шахтах Кузбасса : Дис. д-ра техн. наук : 25.00.22 : Кемерово, 2003. - 424 с. РГБ ОД, 71:04-5/97-1.
4. Никитина А.М. Доработка остаточных запасов ООО Шахты «Полосухинская» / А.М. Никитина, С.В. Риб, Д.М Борзых // В сборнике: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева. 2020. С. 162-167.
5. Никитина, А. М. Разработка технико-технологических решений для отработки остаточных запасов в пределах горного отвода шахты «Есаульская» / А. М. Никитина, С. В. Риб, Д. М. Борзых // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 12–14 мая 2021 года. Том Вып. 25. Ч. II. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. – С. 126-130.

УДК 622.8

ВОЗМОЖНОСТИ РОБОТИЗАЦИИ КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКИ НА ПРИМЕРЕ АВТОСАМОСВАЛОВ ПРИ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧЕ

Гельгенберг И.О.

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.,
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: domikParatoz@gmail.com*

В данной статье приводится один из способов увеличения производительности труда и повышение безопасности на производстве путём роботизации карьерных самосвалов. Данное решение соответствует направлению “Индустрия 4.0” и дает начало для полной автоматизации всей техники на открытых горных работах.

Ключевые слова: открытые горные работы, модернизация, роботизация,

автоматизация, безопасность, карьерный самосвал.

Роботизация и автоматизация карьерной техники является довольно новой технологией и в последние годы начинает довольно быстро развиваться. Так, например, если раньше эта технология использовалась, в основном, в ЮАР, США, Канаде и Австралии, то уже сейчас первые роботы показывают высокую эффективность в России и странах СНГ. В настоящее время в мире эксплуатируется уже более 1000 роботизированных карьерных самосвалов и более 150 роботизированных буровых станков, которые обеспечивают непрерывную работу предприятия, тем самым повышая его эффективность [1].

Анализ международного исследования показал, что каждый день 2-3 человека погибают вследствие работы карьерных самосвалов и составляют 21,6 % от всех аварий [2].

Установлено, что самой сильной составляющей в самосвале является его водитель. Считается, что робот не способен также хорошо работать, как водитель, но как показывает практика, робот способен выполнять работу даже лучше людей. Чем же хорош робот в отличие от водителя? Робот не устает, не делает перерывы на обед, не требует чистого воздуха и хорошей видимости, способен работать 24 часа в сутки без отдыха, что позволяет исключить человеческий фактор, а значит и количество аварий, случившихся из-за ошибок человека.

Самой продвинутой страной по внедрению роботов при открытой добыче является Австралия. За период 2008-2014гг на самых крупных карьерах Австралии было внедрено больше 200 роботизированных карьерных самосвалов и их количество продолжает расти, показывая большой прирост производительности.

В странах СНГ с 2016 по 2020 годы были проведены опытно-конструкторские работы (ОКР) по созданию первого отечественного роботизированного самосвала. В результате ОКР была разработана роботизированная мобильная система на автосамосвале БелАЗ серии 7513. Система прошла все испытания и опыты на угольном разрезе «Черногорский» («СУЭК-Хакасия») [3].

Как же обстоят дела с роботизацией буровых установок? По данным опытов на разрезе «Тугнуйский» («СУЭК-Бурятия»), после внедрения робота была увеличена скорость бурения на 4% по сравнению с «ручным» бурением и на 13% повышена производительность за счет автономного бурения.

Роботизированная техника должна непрерывно работать в составе автоматизированной системы управления (АСУ) горно-технического комплекса (ГТК) и непрерывно передавать в диспетчерский центр диагностическую информацию о состоянии узлов и агрегатов, эксплуатационные параметры, а также обеспечить дистанционное и полностью автономное выполнение основного технологического цикла работы, включая движение, погрузку, разгрузку, экскавацию, бурение и другие технологические операции. Такая техника должна быть оснащена цифровыми бортовыми роботизированными си-

стемами управления (БРСУ КТ). Обобщенная структурная схема построения БРСУ КТ представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема БРСУ КТ [3]

Рассмотрим краткое описание, назначение подсистем и составных частей БРСУ КТ [3].

Бортовой компьютер КБ-01 обеспечивает режимы автономного и дистанционного выполнения карьерной техники основного технологического цикла работы с помощью специализированного программного обеспечения.

Исполнительная подсистема обеспечивает управление работой карьерной техники и выполнение основных технологических операций.

Подсистема диагностики обеспечивает диагностику неисправностей, передачу диагностических сообщений в информации об опасных режимах работы в бортовой компьютер БРСУ КТ, передачу данных на электронную панель приборов карьерной техники, коммутацию электрических цепей управления.

Подсистема сканирования окружения обеспечивает сбор информации об окружающей обстановке; препятствиях; другой карьерной техники в зоне ведения горных работы; построение и уточнение цифровой модели окружающей обстановки.

Подсистема экстренной остановки обеспечивает принудительное прекращение работы карьерной техники в случае сбоя в работе бортового компьютера, нажатия кнопок аварийной остановки на борту ПДУ.

Подсистема дистанционного присутствия обеспечивает визуальный контроль оператором области горных работы в режиме реального времени с помощью бортовых видеокамер в автономном и дистанционном режимах управления.

Подсистема навигации обеспечивает высокоточное определение координат и курса движения карьерной техники; координат области погрузки/разгрузки; бурения, черпания и пр.

Подсистема передачи данных обеспечивает обмен данными между бортовым оборудованием БРСУ КТ и оборудованием оператора по высокоскоростному беспроводному каналу.

Переносной пульт дистанционного управления обеспечивает управление карьерной техникой оператором с помощью контроллера, кнопок и переключателей на расстоянии.

Для успешного функционирования робота требуется внедрение различных датчиков и антенн. Примерное размещение показано на рисунке 2.



Рисунок 2 – Вариант размещения оборудования на примере БелАЗ 7513 [3]

Пример роботизированной бортовой системы БелАЗ 7513 представлен на рисунке 3.

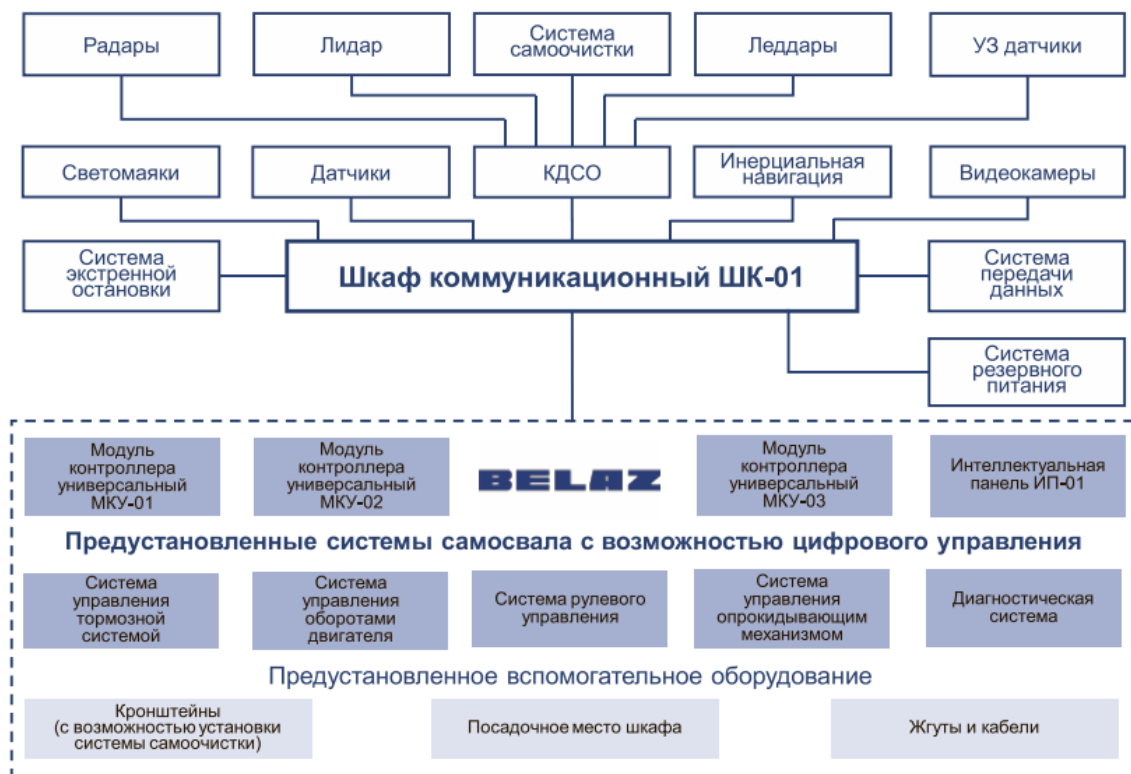


Рисунок 3 – Структурная схема бортовой роботизированной системы управления [3]

Таким образом, роботизация карьерной техники позволит сократить аварийность и повысить производительность, а также сократить эксплуатационные расходы. Роботизация автосамосвалов будет способствовать ускорению процессов цифровой трансформации на открытых горных работах.

Библиографический список

1. Клебанов Д.А. Применение автономной и дистанционно-управляемой техники на открытых горных работах / Д.А. Клебанов, М.А. Макеев, Д.Н. Сиземов // Горная промышленность. 2020. - №6. - С.14-17.

2. Соболев А.А. Мировые тренды совершенствования и модернизации транспортных систем на открытых горных работах / А.А. Соболев // Известия ТулГУ. Науки о Земле, 2020. - №2. - С. 141-147.

3. Владимиров Д.Я. Цифровая трансформация открытых горных работ и новое поколение карьерной техники / Д.Я. Владимиров, А.Ф. Клебанов, И.В. Кузнецов // Горная промышленность, 2020. - №6. - С. 10-12.

УДК 622.2.012:004.9

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ SLAM В УСЛОВИЯХ БЕЗЛЮДНОЙ ВЫЕМКИ УГЛЯ

Мананников С. Д., Панфилов В. Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: manannikovsib@gmail.com*

В данной статье рассматривается возможность использования алгоритмов SLAM с применением лидаров в построении модели окружающего пространства и определения пространственного местонахождения технических устройств и агрегатов для координирования работы очистного и проходческого забоя в условиях безлюдной выемки.

Ключевые слова: SLAM, лидар, безлюдная выемка, забой, выработка, модель, комбайн.

На современном этапе развития горнодобывающей отрасли всё большую популярность получает возможность применения технологий, при которых непосредственное присутствие человека на рабочих местах сводится к минимуму. На шахтах Кузбасса, опасных по выбросу пыли и газа, такие технологии особо востребованы. В частности, на предприятиях ООО «Шахта «Осинниковская» и ООО «Шахта «Юбилейная», где остро стоит вопрос отработки запасов, находящихся в сложных горно-геологических условиях [1,2]. Выемка полезного ископаемого безлюдным способом позволит повысить безопасность ведения очистных работ. Безлюдная выемка подразумевает использование автоматизированных механизмов и агрегатов, которые

управляются дистанционно, либо в автоматическом режиме. Такие механизмы и агрегаты, как проходческие и добычные комбайны – машины динамические, требующие своевременных и незамедлительных действий, подстраивающихся под быстро изменяющуюся обстановку [3]. Для управления комбайном дистанционно, оператору необходимо иметь зрительный контакт с забоем, либо же другие ориентиры, позволяющие направить рабочий орган комбайна в правильном направлении. Зрительный контакт оператора с забоем может обеспечить камера наблюдения, но в условиях повышенной влажности и запыленности такой метод получения информации может работать некорректно. Также, необходимо иметь точное представление о местоположении комбайна в пространстве в очистной или подготовительной выработке. Данную проблему можно решить с помощью внедрения на производство алгоритмов SLAM [4-5].

Алгоритм SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) может существенно способствовать созданию актуальной модели подземного пространства и подразумевает объединение двух процессов: построение модели окружающего пространства (mapping, как указано в наименовании концепции) и определение местонахождения устройства (установленного на комбайне) в этой модели (localization). В случае навигации с помощью SLAM определение местоположения устройства и построение модели окружающего пространства это два взаимосвязанных процесса, осуществление которых происходит практически одновременно. Благодаря этому возможна навигация комбайна в заранее неизвестной местности, а соответственно возможно сократить количество предварительных работ по составлению плана местности, что в условиях подземной добычи полезных ископаемых является трудоемким процессом, которым занимается маркшейдерская служба предприятия [6].

Суть алгоритма SLAM заключается в том, что на основании входных данных с датчиков устройство получает ориентиры, относительно местоположения которых определяет свои координаты в пространстве в определенный момент времени, затем, перемещаясь, повторяет операцию выполняя поиск соответствий. Схема описанного алгоритма представлена на рисунке 1 (на примере двух сенсоров).

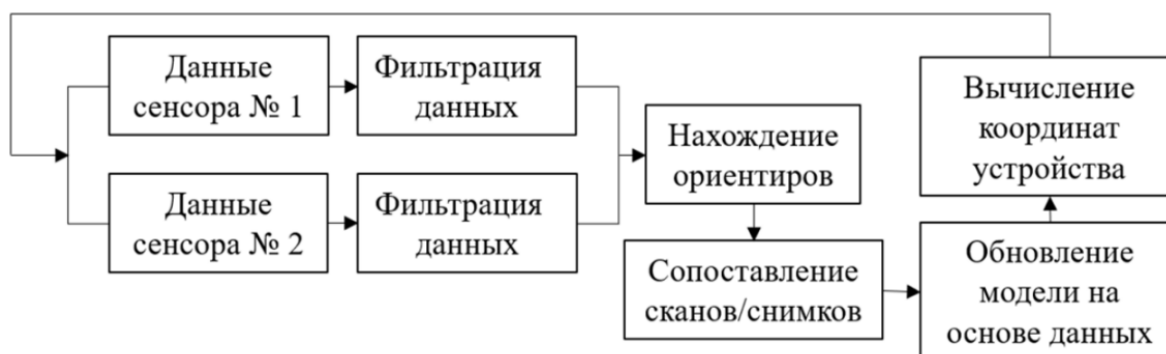


Рисунок 1 – Общая схема алгоритма SLAM на примере двух сенсоров [7]

В качестве основных датчиков для реализации SLAM алгоритмов используются камеры, лидар или их сочетание. Для снижения неизбежно накапливающихся ошибок координат устройства в ходе его движения используют одометрические данные и данные датчиков инерциальных навигационных систем [6].

Лидар (LIDAR англ. Light Detection and Ranging) – технология получения и обработки информации об удалённых объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления отражения света и его рассеивания в прозрачных и полупрозрачных средах. Данная технология успешно применяется в современных автоматизированных беспилотных транспортных средствах. Принцип действия лидара показан на рисунке 2 [7].



Рисунок 2 – Принцип действия лидара [7]

Среди алгоритмов, использующих лидар в качестве основного источника данных, можно привести следующие алгоритмы: HectorSLAM, GMapping, KartoSLAM, LagoSLAM и GoogleCartografer. Наименьшие ошибки при построении модели окружающего пространства имеет алгоритм KartoSLAM. Данный алгоритм построения карты использует данные, собранные не только со своего последнего местоположения, но и полученные при прохождении всего пути устройства.

Оснащение систем навигации дополнительными датчиками влажности, температуры, детекторами газа, расширит их функционал и позволит осуществлять полноценный мониторинг за состоянием горных выработок [6].

Применение алгоритма SLAM не ограничивается использованием технических измерительных устройств только на добычных и проходческих комбайнах. Установка лидара в близости лавного конвейера, дробилки либо перегружателя позволит вовремя проинформировать операторов о приближении крупногабаритных масс полезного ископаемого. Использование устройств на нескольких секциях механизированной крепи, приводах, а также перегружателях, позволит точнее скоординировать движение всего механизированного комплекса [6-7].

Экономическим аспектом предложенной технологии является быстрая окупаемость за счет высвобождения большей части фонда заработной платы сотрудникам, а также уменьшения количества технических простоев производства. Проходческие и добычные работы включают в себя наличие большого количества людей, обеспечивающих работоспособность данных технологических процессов, даже в условиях безлюдной выемки. С внедрением технологии потребность в 70% персонала производства не потребует, что

поможет сохранить приблизительно от 5 до 10 млн. рублей ежемесячно. Так же применение технологии сократит технологические простои производства приблизительно на 2-4 %, увеличит точность и время безотказной работы оборудования на 4-6 %, что в сумме позволит производству дополнительно получить порядка 40-60 млн руб. в год. Суммарная стоимость закупки, установки и наладки технологии составляет приблизительно от 100 до 130 млн. рублей. Исходя из рассчитанных данных каждого экономического аспекта технологии и проведенных математических операций по определению срока окупаемости было выявлено, что положительный экономический эффект предприятие получит через 1,5-2,5 года, что является отличным показателем. График окупаемости инвестиционного проекта показан на рисунке 3.

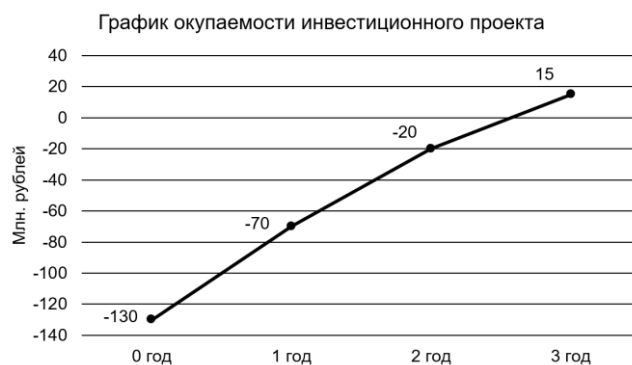


Рисунок 3 – Динамика окупаемости инвестиционного проекта

Внедрение алгоритма SLAM в технологию безлюдной выемки полезного ископаемого на горнодобывающем производстве повысит безопасность ведения горных работ, увеличит эффективность рабочих процессов. С помощью алгоритма операторы будут получать актуальную и точную информацию о пространственном расположении механизмов и агрегатов и их окружении. Таким образом, операторы очистных комбайнов могут увеличить точность работы, что повысит качество отбитого полезного ископаемого. Операторы проходческих комбайнов могут получать информацию о точном направлении проведения подготовительных выработок, тем самым, уменьшить частоту маркшейдерских измерений. Внедрение данной технологии позволит исключить возможность возникновения аварийных ситуаций, повысить производительность и снизить себестоимость добычи полезного ископаемого, что положительно скажется на бюджете предприятия.

Библиографический список

1. Никитина А.М. Совершенствование технологии вспомогательных работ для обеспечения эффективной работы длинных очистных забоев / Никитина А.М., Риб С.В., Борzych Д.М., Дадынский Р.А. // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2020. № 6. С. 113-118.
2. Сухоруков А.А. Переход очистным забоем зон геологических нарушений в условиях ООО «Шахта «Осинниковская» / Сухоруков А.А., Никитина А.М., Риб С.В., Борzych Д.М. // В сборнике: Наука и молодежь: пробле-

мы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией М.В. Темлянцева. 2019. С. 272-275.

3. Коряга М.Г. Использование бункера-перегрузателя в составе проходческого комплекса / М.Г. Коряга // Научно-технические разработки и использования минеральных ресурсов. – 2017. – № 3. – С. 251-253.

4. Сафиуллин Р.Н. Концепция развития систем мониторинга и управления интеллектуальных технических комплексов / Р.Н.Сафиуллин, А.С.Афанасьев, В.В.Резниченко // Записки Горного института. 2019. Т. 237.С. 322-330.

5. Шпенст В.А. Комплексование телекоммуникационных и электротехнических систем в шахтах и подземных сооружениях / В.А. Шпенст // Записки Горного института. 2019. Т. 235. С.78-87.

6. Богданова К.А. Применение алгоритмов SLAM при построении трехмерной модели подземных горных выработок / К.А. Богданова // Известия ТулГУ. Технические науки. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-algoritmov-slam-pri-postroenii-trehmernoymodeli-podzemnyh-gornyh-vyrabotok>.

7. Бопп В.А. Роль лидара в современных транспортных средствах / В.А. Бопп // Известия ТулГУ. Технические науки. 2020. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-lidara-v-sovremennyh-transportnyh-sredstvah>.

УДК 622.013

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ, ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ В КУЗБАССЕ

Панфилов В.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: vladimir.panfilov.2000@gmail.com*

В данной статье приведен анализ современного состояния комплексного освоения недр в России. Рассмотрены существующие проблемы освоения недр, предложены технологические варианты решения и опыт реализации технологий на территориях угольных предприятий Кузбасса.

Ключевые слова: комплексное освоение, недра, многокомпонентные ресурсы, альтернативные источники энергии, угольная промышленность, техногенные отходы.

В последней четверти XX века и в начале XXI века человечество столкнулось с качественно новыми и очень острыми глобальными проблемами в освоении недр Земли, в связи с практически повсеместным увеличе-

нием глубины горных работ, динамики и газодинамических явлений, землетрясений, вызванных техногенными взрывами горных пород, тектоническими нарушениями, катастрофическими поступательными движениями воды в выработанном районе шахт и рудников, взрывами метана в угольных шахтах, нередко приводящими к гибели значительного числа горняков, большими деформациями горных массивов, разрушение шахт, выброс сотен кубометров горных пород и полезных ископаемых, смещение поверхности и образование воронок над ней, разрушение зданий и сооружений, обезвоживание земель и др.

В XXI веке минерально-сырьевая база России характеризуется очередным значительным увеличением глубины разработки (глубина залегания полезных ископаемых превысит 700-1500 м), повышением горного давления и температуры горных пород, усложнением природных условий вновь разрабатываемых месторождений - снижение (более чем в 1,5-2 раза) содержания полезных компонентов, увеличением содержания вредных примесей, ухудшением состояния окружающей среды, особенно в крупных горнодобывающих регионах [1].

Динамика развития глубины разработки угледобывающих предприятий Кузбасса представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика развития глубины ведения подземных горных работ угледобывающих предприятий Кузбасса

№	Название Шахты	Название выемочного столба	Глубина очистных работ	Глубина подготовительных работ	Относ. газообильность
1	ООО «Шахта «Осинниковская»	Лава 4-1-5-8	646-804	896	13,6-23,5
2	ООО Филиал «Шахта «Ерунаковская VIII»	Лава 48-8	672	732	20,2-24,8
3	ПАО «Распадская»	Лава 5а-7-34 Лава 5а-7-36	540	690	19,9-21,2
4	ООО «Шахта им. С.М. Кирова»	Лава 25-99	605	640	24,5-25,5
5	АО «Распадская-Коксовая»	Лава 3-3-1бис	525	625	19,5-21,0
6	АО Шахта «Полосухинская»	Лава 26-333	580	610	18,2-20,0
7	АО «Шахта «Юбилейная»	Лава 16-21	640	590	20,9-22,6
8	ООО «Шахта «Чертинская-коксовая»	Лава 555	500	500	23,0-26,0
9	ООО «Шахта «Алардинская»	Лава 6-1-23	400	500	17,0-23,0
10	ООО «Шахта им. С.Д. Тихонова»	Лава 23-1-6	416	467	13,0-23,6
11	ООО «Шахта «Анжерская-Южная»	Лава 7-1-5	375	265	19,3-21,1

Горнодобывающие и перерабатывающие предприятия, занимающиеся разработкой минерального сырья и энергоресурсов, остаются одними из основных загрязнителей окружающей среды. Эти предприятия занимают первое место, в основном, по объему твердых отходов, так как примерно 2/3 из многомиллиардных тонн добываемой ежегодно породы выбрасывается в виде отвалов и хвостов обогатительных фабрик, которые в большинстве своем не использовал. Кроме того, предприятия ежегодно выбрасывают миллионы тонн вредных пылегазовых отходов, загрязняя воздух, землю и водные ресурсы, поскольку на них приходится более трети всех выбросов вредных веществ. При этом значительная часть отходов горнодобывающей, перерабатывающей и металлургической промышленности является ценным техногенным сырьем для производства металлов и строительных материалов, удобрений, химикатов и т. д. [2].

На современном этапе развития экономики нашей страны предпочтительным направлением повышения эффективности комплексного освоения минерально-сырьевой базы горнодобывающей промышленности является использование их многокомпонентных ресурсов, снижение потерь запасов всех видов сырья и материалы для добычи и переработки.

Что касается угольных месторождений, то основное богатство недр находится в ископаемом угле. Георесурсы, связанные с углем (метан, вмещающие породы, месторождения полезных ископаемых редких металлов, минеральные воды и др.), имеют меньшую ценность, но все же имеют достаточное значение для хозяйственного использования. Их совместное производство при добыче угля и промышленном использовании может дать дополнительный экономический эффект, способствуя повышению рентабельности угледобычи [3].

В последние десятилетия наибольшее внимание уделяется освоению энергетических ресурсов угольных месторождений, к которым в основном относятся ископаемые угли и генетически связанный с ними метан. В ряде случаев особый интерес представляет энергетический потенциал вентиляционного потока шахты (теплого воздуха и содержащихся в нем углеводородных газов).

Важнейшей задачей комплексной разработки угольных месторождений всегда было и остается создание газобезопасных условий при разработке насыщенных метаном угольных пластов, а в последнее время и промышленная добыча угольного метана [4]. Новый подход к освоению георесурсов газоносных угольных месторождений заключается в том, что вместо строительства и эксплуатации шахт по добыче угля с одновременным проведением мероприятий по преодолению «газового барьера», следует проектировать и сооружать комплексные предприятия с интегрированными технологиями совместной добычи угля и метана, обеспечивающими осуществление производственных процессов на основе их увязки во времени и пространстве.

На сегодняшний день в Кузбассе имеется большое количество отвалов горной пустой породы, отходов обогащения железных руд в хвостохрани-

лищах, накопленные в течение многих десятилетий и занимающие огромные площади плодородных земель. Отвалы засоряют окружающую территорию, нанося огромный ущерб сельскому хозяйству. Так в трех хвостохранилищах Абагурской агломерационно-обоганительной фабрики (ААОФ) общей площадью 105 Га находится около 100 млн. тонн отходов, а в трех хвостохранилищах Мундыбашской обоганительной фабрики (МОФ) общей площадью 35 Га находится около 50 млн. тонн отходов [5].

Техногенные отходы, образующиеся при добыче и обогащении (переработке) полезных ископаемых и сосредоточенные в техногенных образованиях различаются по количеству и качеству содержащихся в них полезных ископаемых, пригодных для промышленного использования сейчас или в будущем по мере развития технологий переработки и формирования спроса. Большое применение на сегодня они находят в производстве различных строительных материалов (извести, бетона, кирпича) [6]. Для глубокой переработки таких техногенных месторождений требуется новая комплексная технология переработки отходов, например, методом сухого обогащения.

Комплексная разработка недр активно внедряется на угольных предприятиях Кузбасса, так, например, попутная добыча метана из угольных пластов. Компания ООО «Георезонанс» специализируется на применении плазменно-импульсной технологии в угольной промышленности. Компания реализует на российском рынке инновационный проект, направленный на дегазацию шахт. Данный проект в настоящее время реализуется на ряде предприятий юга Кузбасса: ООО Филиал «Шахта Ерунаковская VIII», ПАО «Распадская» и др.

Переработкой шламовых отложений угольных обоганительных фабрик Кузбасса занимаются такие компании, как ООО «Химкрекинг» и ООО «ЭкоВторРесурс». Данные компании занимаются сбором, транспортированием, обработкой, утилизацией и обезвреживанием отходов угольного и металлургического производства.

Таким образом, комплексное освоение недр – важная ветвь развития мирового и Российского топливно-энергетического комплекса в целом (рисунок 1).

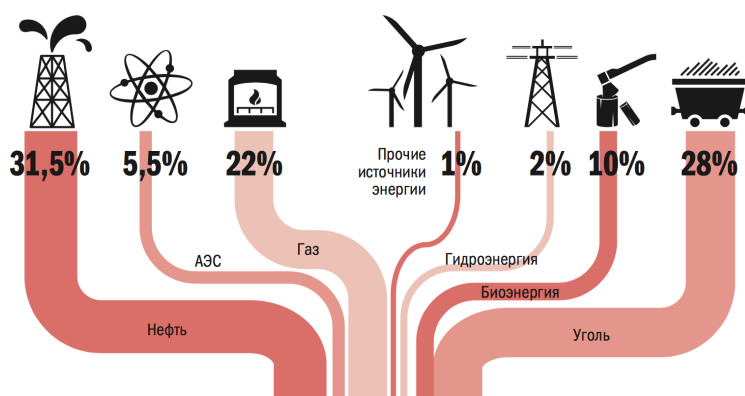


Рисунок 1 – Структура потребления первичной энергии по видам топлива в мире [7]

Угольная промышленность Кузбасса – это огромные возможности не только для технологической базы в вопросе освоения угольных месторождений, но и для развития альтернативных источников энергии и предприятий по производству продукции различного назначения, которые дадут благоприятный экономический эффект для развития как региона, так и страны в целом.

Библиографический список

1. Проблемы и перспективы развития горных наук [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <http://n-gn.ru/review/532-problems-development-mining-sciences.html>.

2. Экологические проблемы горнодобывающей промышленности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ecology-of.ru/eko-razdel/vliyanie-gornodobyvayushchej-promyshlennosti-na-ekologiyu/>.

3. Лесных, А. С. Разработка рекомендаций по использованию шахтного метана в условиях угольных шахт / А.С. Лесных, А.М. Никитина, С.В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 12–14 мая 2021 года. Том Вып. 25. Ч. II. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. – С. 105-109.

4. Коряга, М. Г. Методика поисков скоплений метана и выделение площадей перспективных для его промышленной добычи в Южном Кузбассе / М. Г. Коряга, И. И. Сычев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 3. – С. 380-385.

5. Мурко В.И. О возможности использования тонкодисперсных отходов углеобогащения ОФ «ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ» в качестве основы для котельного топлива / В.И. Мурко [и др.] // Журнал СФУ. Техника и технологии. 2020. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vozmozhnosti-ispolzovaniya-tonkodispersnyh-othodov-ugleobogascheniya-of-energeticheskaya-v-kachestve-osnovy-dlya-kotel'nogo>.

6. Анализ состояния и проблем переработки техногенных отходов в России [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sostoyaniya-i-problem-pererabotki-tehnogennyh-othodov-v-rossii>.

7. Текущее состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы добывающей промышленности России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tekushee-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-mineralno-syrievoy-bazy-dobyvayushchej-promyshlennosti-rossii>.

ОРГАНИЗАЦИЯ СТЕНДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ГИДРОЦИЛИНДРОВ НА РАЗРЕЗЕ «ЕРУНАКОВСКИЙ»

Апенкин Д.Е.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail:denisden2002@gmail.com*

В статье анализируется использование диагностирования гидроцилиндров на гидравлическом стенде для выявления внешних неисправностей (следы от ударов, течь масла). С внутренними проблемами диагностика и устранение их могут потребовать привлечения специалистов. Предлагается для применения на угольном разрезе стенд СТР-KV-G0004 для ремонта гидравлических цилиндров.

Ключевые слова: угольный разрез, гидроцилиндр, диагностика, стенд для разборки-сборки гидроцилиндров.

Гидроцилиндры являются теми элементами различных систем гидравлики, которые на практике чаще других, в соответствии со статистикой, могут выйти из строя. В качестве основных причин можно назвать не только ошибки во время работы с техникой, но и несоблюдение установленных производителем регламентных работ по уходу и обслуживанию. При этом внешние неисправности могут быть замечены пользователем достаточно легко. Это и следы от ударов, и течь масла. Когда речь идет о внутренних проблемах, то диагностика и устранение их могут потребовать привлечения специалистов, которые обладают соответствующим опытом и квалификацией.

Возможные причины возникновения неисправности гидроцилиндров [1]:

- несоблюдение временного графика регламентного обслуживания;
- применение в системе масла того типа, которое не рекомендовано производителем;
- присутствие в масле различных загрязнений, что может привести к нарушению функционирования отдельных элементов конструкции, таких как фильтры и уплотнительные кольца, жиклеры и других;
- эксплуатация гидравлических систем под нагрузкой, превышающей предельно допустимую величину;
- неправильная установка гидроцилиндров в системе.

Диагностика на гидравлическом стенде позволяет испытать многие виды гидроцилиндров применяемых в промышленной и мобильной гидравлике:

- гидроцилиндры одностороннего действия;
- гидроцилиндры двустороннего действия;
- телескопические гидроцилиндры;
- дифференциальные гидроцилиндры.

Специалисты гидравлики должны иметь богатый опыт в проведении диагностики гидроцилиндров ведущих отечественных и мировых производителей.

Гидравлический стенд позволяет: точно моделировать работу цилиндра на его штатном месте, определить причину возникновения неполадок; выявить дефектные детали гидроцилиндра; сформировать перечень работ необходимых для восстановления агрегата; отрегулировать рабочие параметры гидроцилиндра.

На испытательном стенде проводятся следующие виды исследований гидроцилиндров: проверка функционирования гидроцилиндра в целом; оценка параметров давления в момент начала страгивания; изучение параметров давления холостого хода; проверка прочности всех элементов конструкции; исследование наружной герметичности корпуса; выявление внутренней утечки рабочей жидкости.

Диагностическое заключение, полученное в результате диагностики, предоставляет собой детальную информацию о текущем состоянии гидроцилиндра и характера выявленных неполадок, а также описание факторов, нарушивших штатную работу и позволяет: определить примерный срок функционирования гидроцилиндра; определить список запчастей подлежащих замене; уточнить сроки и стоимость необходимых ремонтных работ.

Предприятия изготовители стендов предлагают самые различные испытательные стенды для гидроцилиндров. Общее название подобных стендов СГЦ (стенды для гидроцилиндров).

Стенды может быть предназначены для проведения разборочно-сборочных работ, связанных с ремонтом гидроцилиндра, и последующим проведением испытаний в автоматическом режиме с написанием протокола.

Для угольного разреза «Ерунаковский» предлагается оборудовать цех горно-шахтной гидравлики испытательными гидравлическими стендами для гидроцилиндров.

Компания ПНЕВМАКС спроектировала и изготовила стенд СТР-KV-G0004 (рисунок 1) для ремонта гидравлических цилиндров [2]. Заказчиком стенда является дочерняя организация ПАО «Газпром» по обслуживанию дорожной строительной технике, участвующей в строительстве объектов месторождений в Ямало-Ненецком автономном округе, на Камчатке и в Якутии. Стенд предназначен для выполнения разборочно-сборочных операций при проведении ремонта гидроцилиндров, устанавливаемых на специальную автомобильную, крановую, карьерную технику, а также различного технологического оборудование, работающее в строительной, металлургической, горнодобывающей и других отраслях промышленности.

Управление работой стенда выполняется в полуавтоматическом режиме, благодаря чему сокращаются трудозатраты на выполнение ремонтных работ.

Стенд СТР-KV-G0004 позволяет проводить испытания гидроцилиндров в соответствии с ГОСТ 18464-96 «Гидроцилиндры. Правила приемки и

методы испытаний» по следующим параметрам: проверка функционирования; проверка давления начала страгивания и давления холостого хода; проверка прочности и наружной герметичности; проверка утечек рабочей жидкости через уплотнение штока; проверка внутренних утечек, а также проверка штока на продольную устойчивость.



Рисунок 1 - Общий вид станда CTR-KV-G0004 для ремонта гидравлических цилиндров

В условиях острого дефицита импортных комплектующих (импортозамещения) возникает потребность в поисках новых вариантов ремонта горношахтного оборудования (ГШО) в части ревизии гидравлического оборудования на крупных угольных разрезах. Практически ежедневно требуется техническое обслуживание и ремонт гидроцилиндров разных размеров и назначения. Оборудуя цех по техническому обслуживанию гидроцилиндров и выбраковки требующих ремонта элементов, угольный разрез «Ерунаковский» получает существенную выгоду в части отсутствия длительного транспортирования и предварительного осмотра гидроцилиндров ГШО. Экономический эффект от представленного проекта составляет более 4 000 000 рублей в месяц.

Библиографический список

1. Даныбаева Д.С. Диагностика гидроцилиндра на гидравлическом стенде / Д.С. Даныбаева // Проблемы науки , 2018. - № 10 (34). - С. 35-36.
2. Стенд CTR-KV-G0004 для разборки/сборки гидроцилиндров длиной до 5650мм диаметром корпуса до 400мм / <https://pneumax.ru/projects/stend-ctr-kv-g0004-dlya-razborki-sborki-gidrotsilindrov-dlinoy-do-5650-mm-diametrom-korpUSA-do-400-m/> (дата обращения: 15.11.2022).

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Гельгенберг И.О.

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: domikParatoz@gmail.com*

В данной статье приводится анализ причин дорожно-транспортных происшествий при открытой добыче и пути их сокращения. *Приведено распределение аварий на автотранспорте по элементам технологических схем.*

Ключевые слова: горная промышленность, открытые горные работы, аварии, безопасность, цифровой советчик, транспортная сеть.

Анализ причин несчастных случаев на объектах горной промышленности России свидетельствует о том, что до 90% травм и аварий происходит вследствие неправильных действий персонала, в том числе до 60% вызваны ошибочными представлениями о реальном уровне опасности. При этом человеческий фактор является главной причиной возникновения несчастных случаев со смертельным исходом [1].

В настоящее время, горнодобывающие предприятия, стремясь сохранить и расширить свою рыночную нишу, увеличивают объёмы выпускаемой продукции, однако, безопасность находится на невысоком уровне [2].

Существенное влияние на ухудшение условий движения оказывают параметры карьерных автодорог (повышенные продольные уклоны, недостаточная ширина и неровность покрытия автодорог, низкое значение коэффициента сцепления шин с дорогой. Доля аварийности по этим причинам достигает 17,1 %.

При скорости движения автосамосвалов 40 км/ч вероятность столкновения на влажном покрытии в 1,8 раза выше, чем на сухом, а уменьшение коэффициента сцепления шин с автодорогой с 0,6 до 0,2 ведет к увеличению числа аварий в 6-7 раз (рисунок 1) [3].

Наблюдения, проведенные на горнорудных предприятиях, показали, что среднее количество аварий по сезонам распределяется следующим образом: зимой 46,2 %, осенью и весной 28,7 %, летом 25,1 %. Недостаточные размеры маневровых площадок и отсутствие предохранительного вала являются основными причинами, обуславливающими наезды и опрокидывание автосамосвалов под откос в местах погрузки и разгрузки горной массы.

Распределение аварий по элементам технологических схем карьеров представлено на рисунке 2.

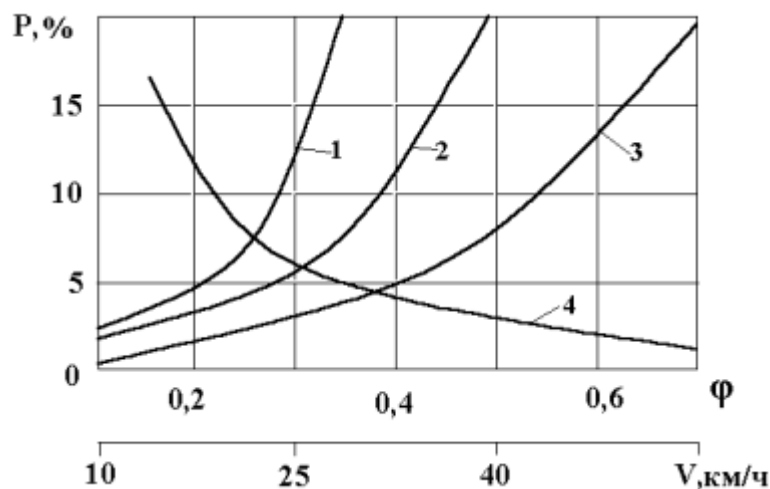


Рисунок 1 – Закономерности изменения аварийности на карьерном автотранспорте (P) в зависимости от скорости движения автосамосвалов (V) на спуске (1-3) и коэффициента сцепления шин (φ) с автодорогой (4): 1 - гололёд; 2 - мокрое покрытие; 3 - сухое покрытие

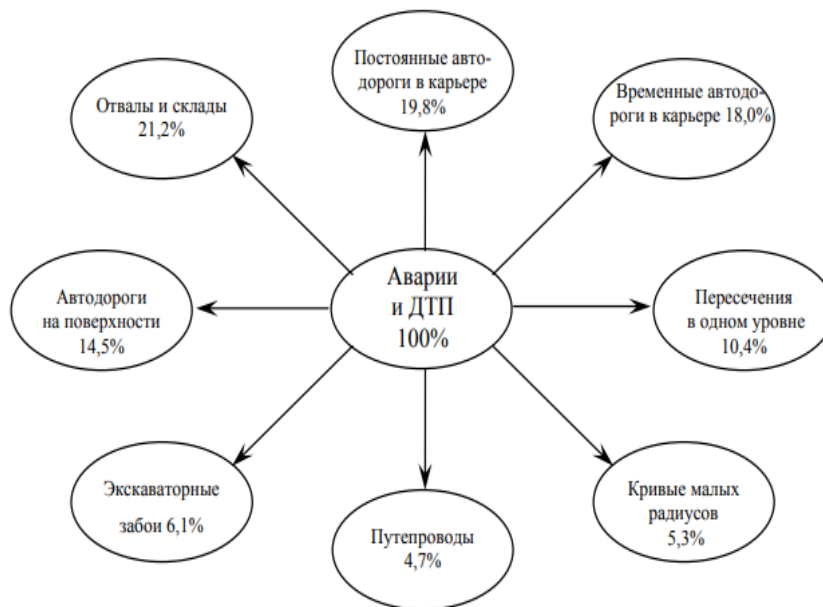


Рисунок 2 – Распределение аварий на автотранспорте по элементам технологических схем

Одной из причин аварийности является недостаточное знание водителями правил дорожного движения (ПДД). Опрос показал, что 14,8 % водителей знают правила на “отлично”, в то время как 56,3 % и 29,8 % знают правила на “хорошо” и “удовлетворительно” соответственно.

В местах с поворотом карьерных автодорог с радиусом менее 25-30м и пересечением транспортных потоков на одном уровне наблюдается большая потенциальная опасность, так как в этих местах наблюдается около 9% столкновений и опрокидываний самосвалов. При увеличении скорости движения наблюдается около 8 % аварий. Нарушение ПДД и недостаточная квалификация водителей являются одними из самых частых причин аварий,

потому увеличение размеров самосвалов, повышение скорости и интенсивности движений требуют от водителей больших профессиональных качеств. Анализ статистических данных показывает, что из общего числа водителей, участвовавших в авариях, 18,2 % являются водителями 1-го класса; 32,5 % - 2-го класса и 49,3 % - 3-го класса [4].

Создание комплекса решений по построению наилучшего маршрута и траектории грузоперевозок самосвалов, а также их роботизация и автоматизация является важной задачей. Решение данной задачи позволяет исключить влияние человеческого фактора.

Для планирования наилучшего маршрута грузоперевозок предлагается использовать программное обеспечение “Alastri” от компании “Micromine”, а именно модуль “Haul Infinity”.

Модуль “Haul Infinity” позволяет просматривать и редактировать транспортную сеть в окне 3D-просмотра и настраивать все важные рабочие параметры. Могут вноситься значительные изменения с обновлением приложения, что дает возможность экспортировать информацию в любое другое программное обеспечение. Модуль имеет следующие преимущества:

- построение и модификация транспортной сети с помощью средств проектирования, специально разработанных для создания системы перемещения карьерных грузов;

- визуализация знаков скорости, перекрестков и зон особой значимости в виртуальном пространстве, как они есть на производственном объекте;

- использование логических последовательностей и подсказок с предупреждениями для быстрого устранения неполадок и достижения наилучших результатов;

- установка точного времени для каждого цикла самосвал-погрузчик. Расчет и ограничение ТКВЧ для предотвращения перегрева шин. Расчет расхода топлива и оптимальных маршрутов. Включение/исключение дорог для моделирования рудных складов, стадий разработки и пр. Импорт фактического времени для настройки будущих предполагаемых отрезков времени в пути на основе эксплуатационных характеристик.

Модуль позволяет быстро проектировать транспортные сети с нуля через богатый набор инструментов Haul Infinity, или путем импорта проектов из DXF или CSV файлов. Можно легко обнаружить и автоматически разрешить проблему с точками без привязки и определить дороги, которые являются непроходимыми из-за крутизны склона или сопротивления качению.

Программа Haul Infinity совместима с другими модулями Micromine, Excel и другим программным обеспечением для планирования, что дает возможность запрашивать данные и принимать решения с учетом затрачиваемого в пути времени, длительности цикла и часов эксплуатации самосвала в режиме реального времени.

Данное программное обеспечение, показанное на рисунке 3, позволит снизить травматизм при грузоперевозках.

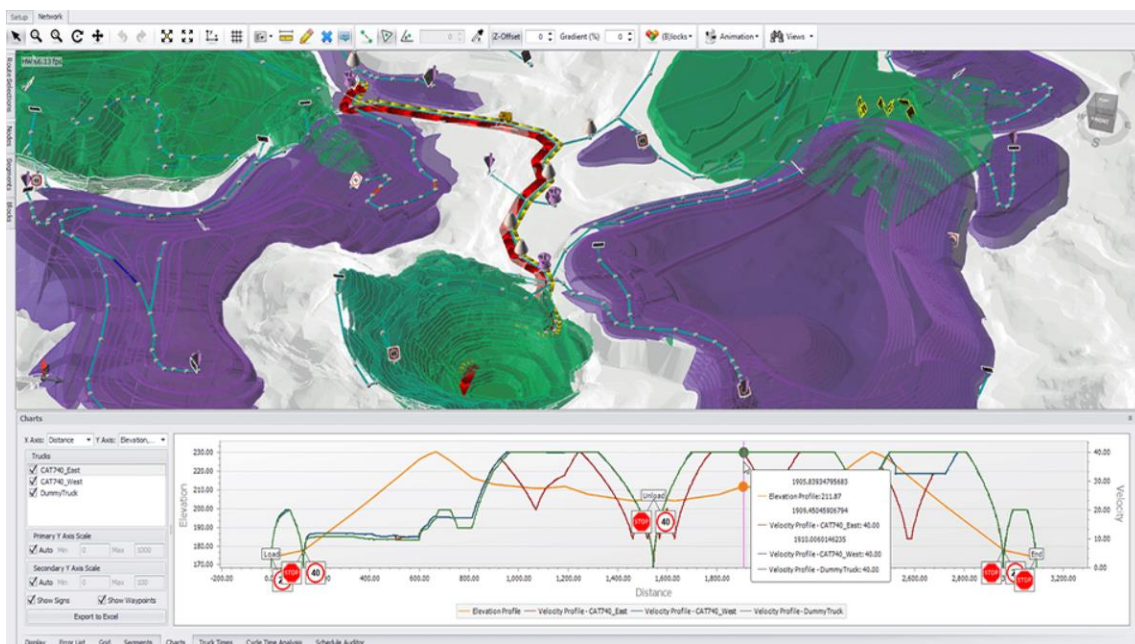


Рисунок 3 – 3D-модель карьера и маршрутов в Micromine Alastri

Также к модулю можно добавить отечественный цифровой советчик: “Piklema Driver Assistant” – цифровой советчик водителю самосвала.

Piklema Driver Assistant – голосовой и визуальный советчик водителю в режиме реального времени – рекомендации по оптимальной скорости для каждого участка дороги, анализ ошибок в торможении и ускорении.

Система представляется собой систему датчиков загрузки, торможения, ускорения, местоположения и прочего. Искусственный интеллект с помощью датчиков определяет стиль вождения водителя и определяет оптимальные параметры вождения на каждом участке дороги с помощью цифровой карты. Время установки оборудования занимает от 1,5 часа и показано на рисунке 4.

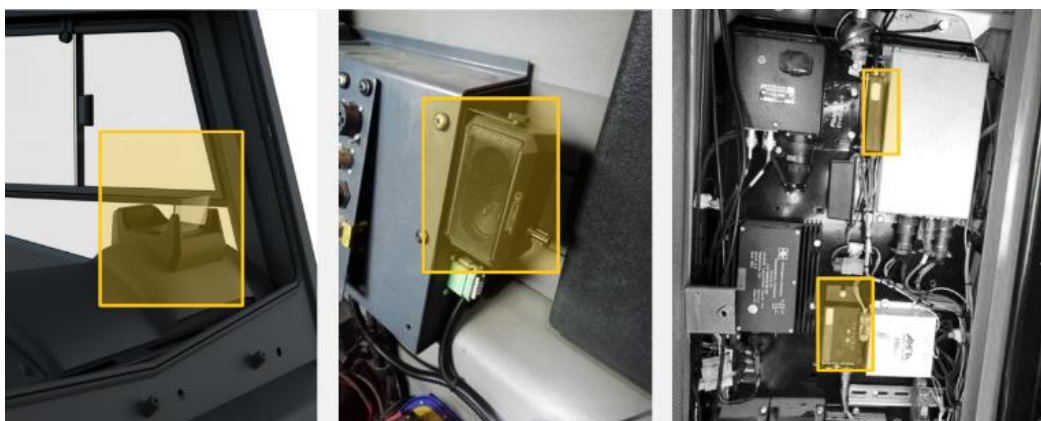


Рисунок 4 – установка системы Piklema Driver Assistant

Таким образом, цифровые советчики и программное обеспечение “Micromine Alastri” помогут не только повысить безопасность на предприятии путём нахождения и мониторинга оптимального маршрута движения, но и добиться экономии топлива.

Библиографический список

1. Могилат В.Л. Основные причины возникновения и развития опасных производственных ситуаций на горнодобывающих предприятиях / В.Л. Могилат // Горный информационно-аналитический бюллетень – М.: МГТУ.- 2005. - №1. – С.70-72.
2. Гусев А.И. Снижение травматизма и аварийности на горнодобывающих предприятиях на основе интеграции системы управления промышленной безопасностью / А.И. Гусев // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2007. - №12. – С.51-55.
3. Сыромятников Д.Б. Основные причины аварийности и травматизма на объектах открытых горных работах и пути их устранения / Д.Б. Сыромятников, Е.Б. Гридина, К.Н. Ястребова // ГИАБ. - 2012. - №5. - С. 214-218.
4. Яковлев В.Л. Причины аварийности на технологическом автотранспорте карьеров и пути её снижения / В.Л. Яковлев, В.Л. Могилат, П.И. Тарасов // ГИАБ.- 2009. - №1. - С. 211-213.

УДК 622.81

АВТОМАТИЗАЦИЯ АЭРОГАЗОВОГО КОНТРОЛЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЗАПЫЛЁННОСТИ

Панфилов В.Д., Мананников С.Д.

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.,
канд. техн. наук, доцент Володина А.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: vadim.panfilov.2000@gmail.com*

В данной статье приведен анализ современного состояния аэрогазовой защиты угольных предприятий России. Предложены варианты по минимизации возникновения аварийных ситуаций на предприятиях современными автоматизационными и цифровыми технологиями в области аэрогазовой защиты.

Ключевые слова: метан, угольная шахта, аэрогазовая защита, автоматизация, цифровизация.

Высокая динамика мирового рынка полезных ископаемых заставляет горнодобывающие компании постоянно увеличивать интенсивность подземной добычи твердого сырья, несмотря на высокую опасность для технического персонала и окружающей среды. Чрезмерная интенсификация технологических процессов, происходящих на горных работах в тяжелых условиях шахт, опасных из-за запыленности и резких изменений их газодинамического состояния, требует особого внимания, и диктует необходимо уделять как можно больше внимания различным методам и средствам контроля безопасности [1-3].

Несмотря на все принятые меры безопасности, в угольной отрасли сохраняется аварийность, что приводит к сохранению очень высокого уровня травматизма и увеличению производственных затрат на ликвидацию последствий возникающих происшествий.

Особую опасность представляют аварии, в развитии которых решающую роль играют взрывы метановоздушной смеси и пылевой взвеси. В этом случае добавление пылеугольного шлама в состав бризантных метановоздушных смесей позволяет на несколько порядков повысить мощность взрыва. Важна как фактическая массовая концентрация пылевой взвеси в атмосфере шахты, так и соотношение массы и дисперсного состава активированной угольной пыли и нейтрализованной (легированной) угольной пыли в пересчете на единицу площади поверхности шахты.

Практическая работа по обеспечению безопасности от взрывов метановоздушной смеси в шахте основана на осуществлении взаимодополняющих предупредительных (предупредительных) мероприятий и мероприятий по локализации взрывного объема и предотвращению распространения ударной волны.

Таким образом, обеспечение безопасности угольной шахты становится невозможным без использования современных информационных технологий [4].

Реальными средствами воздушно-газового контроля являются высокоинтегрированные сложные многоуровневые информационные системы, принимающие и обрабатывающие данные от различных технологических подсистем и принимающие решения об управляющих воздействиях как в полностью автоматическом, так и в автоматизированном режиме. Так, для предотвращения накопления опасных концентраций метана и борьбы с внезапными выбросами применяются автоматические системы управления вентиляцией и дегазацией, а также системы местной вентиляции. Для борьбы с взвесью пыли в атмосфере шахты применяют системы орошения и водяные завесы, а для борьбы с активным пылеосаждением – смачивание и десквамацию, которые также могут осуществляться в полностью автоматическом режиме. Также используется автоматическое отключение потенциально опасного электрооборудования.

В случае возникновения аварийной ситуации при взрыве приводятся в действия активные и пассивные системы противодействия, в том числе распыление порошкового огнетушителя перед движущимся пламенем, пылевые и водные преграды. Однако по ряду объективных причин применение этих систем весьма ограничено. Например, такие системы не способны предотвратить образование ядовитых аэрозолей, а сами по себе системы порошкового пожаротушения не могут нанести меньший вред организму человека и горно-шахтному оборудованию. Поэтому упор в обеспечении взрывобезопасности делается на профилактические мероприятия, которые до недавнего времени проводились на основании данных, полученных в результате лабораторных исследований пылевых отложений и пыли, полученной из воздуха рабочих помещений с помощью пылеотборных устройств. При хоро-

шей точности получаемых данных и метрологической воспроизводимости результатов измерений эти методы имели недостаток малоэффективности.

Стремительное развитие информационных технологий привело к созданию перспективных систем дистанционного контроля запыленности горных выработок. Эти системы базируются на взрывозащищенных датчиках, которые могут работать как от сети питания шахты, так и автономно, передавая накопленные данные по проводным и беспроводным сетевым интерфейсам.

Так как невозможно предсказать движение пыли в шахте или помещении из-за случайного характера воздушных потоков, предлагается разместить в шахте сеть устройств, оснащенных интерфейсом передачи соответствующих данных. Так как прибор включается только на время измерения, он может работать длительное время от одной батарейки. Через некоторое время нужно будет подзарядить аккумулятор. Расположив приборы вдоль выработки на расстоянии 30-50 м друг от друга, на высоте, равной примерно трети высоты прохода, можно, например, построить кривую распределения пылевых осадков [5].

Однако, внедряя в распределенную систему электронные устройства для оценки взрывоопасности сложившейся ситуации, необходимо четко контролировать ее метрологические характеристики, так как даже небольшая погрешность может привести к накоплению ошибок и выходу из строя системы прогнозного анализа. Актуальным методом оценки запыленности в настоящее время является одновременное измерение массовой доли пылевого осадка (масса пылевого осадка на единицу площади) и объемной доли пылевой взвеси (масса пылевой взвеси в единице объема воздуха) [6].

Для обеспечения приемлемой точности измерения пылевых отложений следует использовать радиоизотопные приборы, измеряющие с достаточно малой погрешностью (менее $\pm 15\%$ от абсолютного измеренного значения) [8]. Другими словами, чем точнее используется аппаратура, чем больше проводится измерений и чем больше точек измерения охвачено измерениями, тем больше становится поле данных для анализа взрывобезопасности и, соответственно, выше точность прогноза. Следствием этого станет снижение затрат на профилактические мероприятия и повышение безопасности угольных шахт.

На самом деле задача автоматизации аэрогазового контроля заключается не столько в организации управления различными взрывозащищенными системами и организации сбора и обработки данных от подсистем распределенного комплексного контроля запыленности, сколько в оптимизации параметров этих систем и повысить достоверность данных, на которых основана предиктивная аналитика.

При комплексном подходе, когда аспираторы используются совместно с приборами для определения пылевых отложений, а те, в свою очередь, оснащены средствами защиты от основных помеховых факторов, можно очень достоверно оценить риск взрыв пыли.

Примером использования систем аэрогазового контроля с похожей системой работы являются шахты «Осинниковская», ПАО «Распадская». В качестве системы аэрогазового контроля (АГК) на шахте используется автоматизированная система диспетчерского контроля и управления горным предприятием АСКУ производства DEVIS Derby Ltd (Великобритания). Система обеспечивает непрерывное измерение, передачу информации на диспетчерский пункт шахты и ее регистрацию, сигнализацию о достижении нормированных содержаний опасных и вредных газов в шахтной атмосфере и выдачи команд для автоматического отключения электрооборудования.

Исходя из сложившейся ситуации по обеспечению аэрогазового контроля шахты со стороны иностранных партнеров в ближайшей перспективе предлагается переход на отечественные аналоги систем, например Системы «МИКОН-III» и «Гранч МИС» по своим функциям близки и обеспечивают:

1) аэрогазовый контроль (содержание CH_4 , CO , I скорость воздушных потоков в местах установки) датчиков в горных выработках шахты;

2) автоматическую газовую защиту (отключение электроэнергии и прекращение работ при превышении допустимых норм содержания CH_4);

3) автоматический контроль и управление работой главных вентиляторных установок;

4) автоматический контроль и управление работой I вентиляторов местного проветривания (ВМП) подготовительных забоев;

5) автоматический контроль положения дверей вентиляционных шлюзов; телесигнализацию и телеизмерение состава и параметров рудничной атмосферы (концентрация CH_4 , CO , скорость воздушных потоков в горных выработках и трубопроводах ВМП);

6) возможность телеуправления оборудованием, поддержания безопасного аэрогазового режима горных выработках.

В арсенале технических средств комплексов «МИКОН-1Р», «Гранч МИС» используются современные методы и средства, применяемые в информационных системах: сенсорная и микроконтроллерная аппаратура, развитая система производственной связи, эффективный компьютерный парк, современные программные средства. По своим техническим характеристикам системы «МИКОН-III» и «Гранч МИС» соответствуют требованиям российских стандартов, гармонизированных с международными стандартами, а по эксплуатационным характеристикам соответствуют лучшим зарубежным образцам [7].

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что:

1) автоматизация аэрогазового контроля с использованием распределённых систем мониторинга запылённости является перспективным направлением;

2) проектирование систем аэрогазового контроля и распределённых систем мониторинга запылённости требует применение оптимизации и, возможно, должно вестись с использованием специализированных автоматизированных систем проектирования;

3) повышение достоверности получаемых в распределённых системах мониторинга запылённости данных и улучшение их метрологических характеристик является приоритетной задачей научных исследований.

4) Важным этапом на сегодняшний день является переход на отечественные аналоги систем АГК, которые по своему техническому оснащению не уступают зарубежным аналогам.

Библиографический список

1. Российская Федерация. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Инструкция по борьбе с пылью в угольных шахтах. ЗАО НТЦ ПБ, 2021. - с. 68.

2. Борзых Д. М. Разработка технологических решений по обеспечению пылевзрывобезопасного состояния горных выработок в условиях филиала "шахта "Увальная" / Д.М. Борзых, А.М. Никитина, С.В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 13–15 июня 2018 года / Под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2018. – С. 3-8.

3. Снижение запыленности горных выработок в условиях шахты "Талдинская - западная-1" / В.А. Сизых, А.М. Никитина, С.В. Риб, Д.М. Борзых // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 14–16 мая 2019 года / Под общей редакцией М.В. Темлянцева. Том Выпуск 23. Часть VII. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2019. – С. 267-271.

4. Федунец Н.И. Основные направления развития новых информационных технологий на угольных шахтах / Н.И. Федунец, С.С. Кубрин // Горный информационно-аналитический бюллетень. ОВ10. Информатизация и управление–1. - 2008. - С. 21-29.

5. Дегтерев В.В. Распределенная система дистанционного мониторинга запыленности горных выработок / В.В. Дегтерев // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2016. - № 8. - С. 238-244.

6. Кудряшов В.В. Тенденция развития пылеизмерительных приборов / В.В. Кудряшов // Горный информационно-аналитический бюллетень. ОВ1. Труды международного симпозиума «Неделя горняка-2013». — 2013. — С. 512-535.

7. Аэрогазовый контроль в угольных шахтах [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://prom-nadzor.ru/content/aerogazovoy-kontrol-v-ugolnyh-shahtah>.

ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ ПРИ ВЕДЕНИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ.

Коновалова О.Ю., Курдюков М.О.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Ермаков А.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: ko.gd191@mail.ru*

Развитие транспортной инфраструктуры на угольных разрезах Северных регионов влечет за собой огромное количество отходов, к которым относятся отработанные шины и масла. В статье указана динамика развития угольной промышленности, в результате которой стоит острая проблема утилизации и переработки отходов за счет современных технологий производства.

Ключевые слова: развитие угольных предприятий Северных регионов, утилизация отходов, вред экологии, вторичное сырье, переработка использованных шин, пиролиз, защита окружающей среды.

На сегодняшний день угольные предприятия Северных регионов России активно повышают свое производство и занимают лидирующие позиции по добыче угля.

Так, ООО «УК ЭЛСИ» (Республика Саха (Якутия), Хабаровский и Приморский край, Новосибирская, Кемеровская и Амурская области) входит в первую тройку по объему добычи в России. Годовой объем добычи угля «Эльгинского разреза» Эльгинского месторождения (восточная часть Якутии) планируют увеличить до 45 млн. тонн, что значительно превысит объем 2020 года который составлял 7 млн. тонн. К 2025 году компанией планируется добыть 100 млн тонн угля [1].

Также компанией ООО «Северная звезда» (входящая в АЕОН) реализует развитие морского угольного терминала на Таймыре на базе Сырадасайского каменноугольного месторождения, планируемого ввести в эксплуатацию в 2023 году. По словам председателя совета директоров корпорации АЕОН Р. Троценко, строительство уже начато, на месте работают 200 ед. техники и 600 человек [2]. Запасы Сарадасайского месторождения оцениваются в 5,7 млрд тонн коксующегося угля.

ООО "УК «Колмар» (Группа «Колмар») угледобывающее предприятие, занимающееся добычей, обогащением и отгрузкой высококачественного коксующегося и энергетического угля, добываемого на месторождениях Нерюнгринского района Республики Саха (Якутия), также увеличили объем добычи с 11 млн. тонн (2021год) угля до 22 млн. тонн в год (2022г) [3].

В связи с таким увеличением добычи угля, количество отработанных шин и масел колесной техники, также будут увеличиваться в несколько раз.

Исходя из этого, проблема утилизации шин и масел является наиболее актуальной.

В северных регионах нашей страны располагаются огромные территории с отработанными шинами. К примеру, в Югре находится скопление 1,2 миллионов покрышек, массой 60 тыс. тонн. Площадь свалки занимает порядка 16 гектаров. Такие площади ежегодно пополняются на 1 миллион изношенных шин [4].



Рисунок – Отработанные шины

В результате складирования таких отходов наносится огромный вред окружающей среде и является источником потенциальной угрозы жизни и здоровью человека, ведь срок разложения резины в естественных условиях составляет 120-140 лет (рисунок 1) [5]. Глубокая переработка резины снизит уровень загрязненности окружающей среды и освободит территории от завалов. Это является не только решением экологической проблемы, но также экономической, за счет получения вторичного сырья. Отработанные шины и масла в результате переработки могут быть ценным производственным сырьем.

Компания «Экошинсоюз», занимающаяся утилизацией шин осуществила сбор более 380 тыс. тонн за последние пять лет. У Кузбасса есть преимущества в утилизации отработанных шин, в связи с тем, что предприятия Кузбасса осуществляют переработку отходов РТИ. Что нельзя сказать про Якутию, которая остается отстающим регионом на сегодняшний день по данной проблеме [6].

Существуют два основных способа переработки шин, это механический способ и переработка методом пиролиза. Пиролиз – термическое разложение органических и многих неорганических соединений при недостатке кислорода. За счет такого метода можно получить следующие продукты: жидкое топливо, углеродосодержащий остаток, газ пиролизный, металлокорд покрышек. [7]

К примеру, в Кузбассе и Новосибирской области используют установки Esogold (рисунок 2) для механической переработки резиновых отходов в крошку.



Рисунок 2 – Линия для переработки шин Ecogold

Для такого вида переработки имеются недостатки в том, что переработанный объем сырья имеет ограничения в реализации, и также минус такого способа заключается в том нельзя переработать отработанные масла. Что нельзя сказать про пиролизные установки.

Компания НПП «Динамика» - российский производитель установок по переработки отходов реализует такие пиролизные установки (рисунок 3).[7]



Рисунок 3 – Пиролизная установка по переработке отходов

Также в России используют установки термической деструкции УТД-2-800 для переработки отработанных покрышек (рисунок 4).



Рисунок 4 – Установка термической деструкции УТД-2-800.

Для Северных районов использование таких установок решит сразу несколько проблем. Во-первых, освободятся площади, где складировались отработанные шины. Во-вторых, из переработанного масла и шин можно получить дизельное топливо, для дальнейшего использования в качестве топлива для автотранспорта, дизельных генераторов и прочей техники.

Для решения данной проблемы предлагаем использовать пиролизную установку по переработке резиновых отходов и отработанных масел [8].

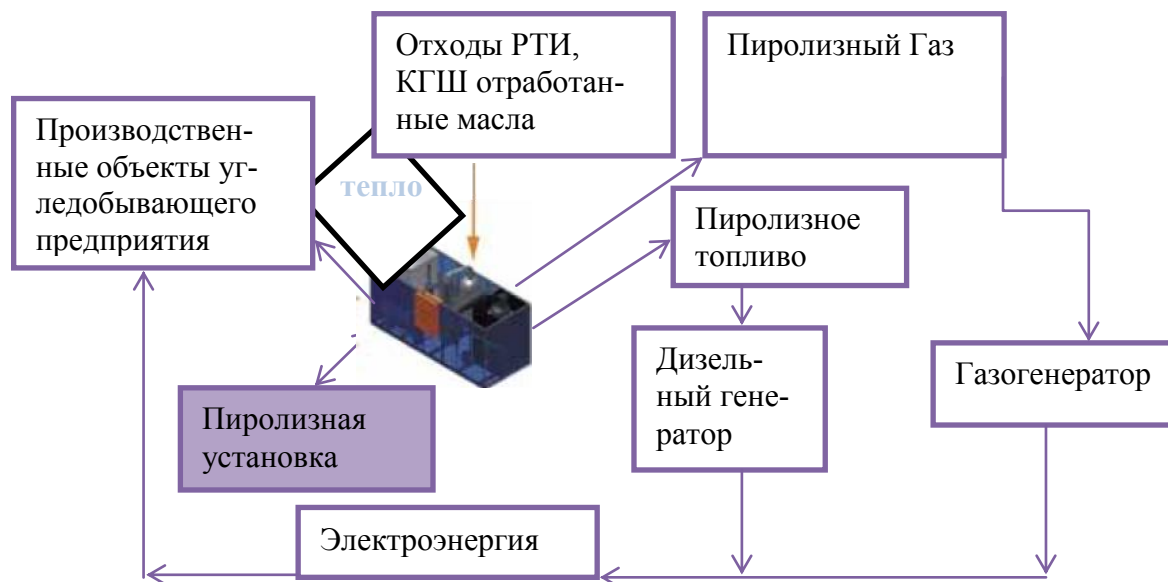


Рисунок 5 – Результат использования пиролизной установки по переработке отходов.

Вывод. Полученный продукт в результате переработки отработанных шин и масла с использованием пиролизной установки – синтетическая нефть, при переработке которой можно получить бензин, дизельное топливо, пиролизный газ, и другие ГСМ, которые могут использоваться для получения тепловой и электрической энергии Северных регионов. Кроме того утилизация углеродосодержащих отходов значительно снижает экологическую нагрузку на Северные регионы России.

Библиографический список

1. ООО «УК «ЭЛСИ» / Эльгинский разрез. Производственные активы/ 2022.[Электронный ресурс] <https://elsi-group.ru/actives/elgin/> (Дата обращения 06.11.2022г).
2. PortNews на информационной волне. На Таймыре началось строительство морского угольного терминала – Роман Троценко/26.01.2021. [Электронный ресурс] <https://portnews.ru/news/307957/> (Дата обращения 06.11.2022 г).
3. Материал из Википедии - свободной энциклопедии/ ООО «УК «Колмар» (Группа «Колмар»). [Электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/Колмар> (Дата обращения 05.11.2022г).

4. RGRU/ В Югре построят завод по переработке покрышек и пластика. [Электронный ресурс] <https://rg.ru/2022/10/04/reg-urfo/v-iugre-postroiat-zavod-po-pererabotke-pokryshek-i-plastika-v-diztoplivo.html>. (Дата обращения 05.11.2022г).

5. Equipnet.ru/Что такое отходы РТИ и как превратить переработку в бизнес. [Электронный ресурс] https://www.equipnet.ru/articles/tech/tech_54661.html (Дата обращения 05.11.2022г).

6. Экошинсоюз/ Экошинсоюз на международном форуме [Электронный ресурс] <https://etu-rf.ru/2022/10/экошинсоюз-на-международном-форуме-в/>. (Дата обращения 05.11.2022г).

7. НПП «Динамика» / СК Сколково [Электронный ресурс] <https://pyroliz.ru/>. (Дата обращения 05.11.2022г).

8. Ермаков А.Ю., Гришин В.Ю., Бородкин П.С. Концепция модернизации угольных обогатительных фабрик // Уголь. 2022. № 8. С. 122-129. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-8-122-129.

УДК 621.877.7

РЕКОНСТРУКЦИЯ ТОРМОЗА МЕХАНИЗМА ХОДА ЭКСКАВАТОРА ЭКГ-5А

Васильев В.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Живаго Э.Я.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: ko.gd191@mail.ru*

В данной статье приведена общая характеристика экскаватора ЭКГ-5а. Описан колодочный тормоз ходового механизма экскаватора ЭКГ-5а. Выявлены недостатки в ходовом механизме. Для решения данной проблемы предложено внести изменение в кинематическую схему ходового механизма. По итогу проведенных исследований сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: экскаватор ЭКГ-5А, тормоз ходового механизма, кинематическая схема, муфта, электродвигатель.

Основным видом выемочно-погрузочного оборудования на разрезах являются экскаваторы – механические лопаты. Для погрузки горной массы на угледобывающих предприятиях мира и Российской Федерации в основном используются карьерные гусеничные экскаваторы с зубчато-реечным напором типа ЭКГ. Большая часть эксплуатируемых на открытых горных работах РФ экскаваторов была изготовлена в 70-х и 80-х годах прошлого века. В настоящее время среднестатистическое значение износа по сроку службы экскаваторов типа ЭКГ-5А на Урале превышает 1,1-2,5 раза.

Экскаватор ЭКГ-5А с ковшем вместимостью 5 м – электрическая карьерная полноповоротная лопата на гусеничном ходу, предназначенная для

выемки и погрузки в транспортные средства полезных ископаемых и вскрышных пород, в том числе тяжелых скальных, предварительно разрыхленных взрывом. Разрабатываемые породы с объемной массой более 2 т/м³ должны быть предварительно разрыхлены.

Экскаватор является модификацией ранее выпущенных УралМашЗа- водом моделей ЭКГ-4,6, ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б.

Экскаватор предназначен для умеренного климата с интервалом температур от -30 до +40⁰С, а также для тропического климата на высоте не более 1000 м над уровнем моря.

Экскаватор ЭКГ-5А состоит из следующих составных частей: поворотной части, включающей в себя поворотную платформу с расположенными на нем механизмами, и рабочее оборудование; ходовой тележки, состоящей из нижней рамы, двух гусеничных рам с колесами и гусеничными цепями; ходового механизма на нем, зубчатого венца, роликового круга. Все механизмы на платформе закрыты кузовом.

Анализ надежности экскаваторов типа ЭКГ-5А показывает, что из общей структуры потока отказов 5 % приходится на отказы в механизме торможения хода экскаватора. Наиболее распространенные дефекты проявляются в виде разрыва эластичной муфты. В этом случае, тормозной механизм колодочного типа с пневматическим приводом блокирует вал электродвигателя. В случае, когда экскаватор находится на уклоне, он становится неуправляем, так как ходовой редуктор остаётся разблокированным и неспособен остановить движение экскаватора.

С этой точки зрения обеспечение необходимой надежности и безопасности эксплуатации экскаваторов типа ЭКГ-5А в вышеизложенном случае, своевременной остановки на ремонт с целью предотвращения разрыва упругой муфты и продления безопасного периода эксплуатации является актуальной задачей.

Технические характеристики экскаватора приведены на рисунке 1 и в таблице 1[1].

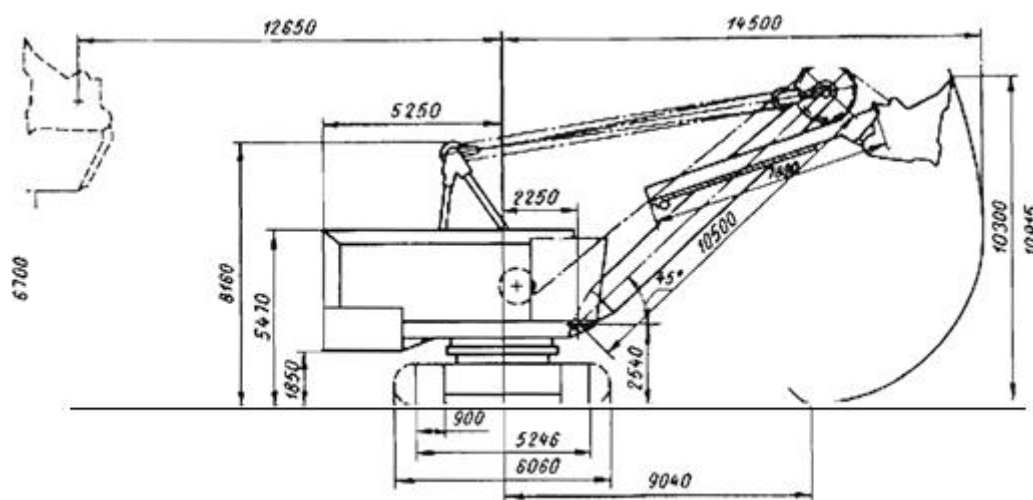


Рисунок 1 – Габаритные размеры ЭКГ-5А

Таблица 1 - Технические характеристики экскаватора

Параметры	ЭКП-5А
Вместимость ковша основного, м ³	5,2
Вместимость ковшей сменных, м ³	3,2; 4,6; 6,3; 7
Радиус черпания наибольший, м	14,5
Радиус черпания на уровне стояния, м	9,04
Высота черпания наибольшая, м	10,3
Радиус выгрузки наибольший, м	12,65
Высота загрузки наибольшая, м	6,7
Радиус хвостовой части, м	6,7
Просвет под поворотной платформой, м	1,89
Длина гусеничного хода, м	5,83
Ширина гусеничной ленты, мм	900/ 1100/ 1400
Среднее удельное давление на грунт при передвижении, кгс/см ²	2,1/ 1,72/ 1,3
Среднее удельное давление на грунт при передвижении, кПа	205/ 162/ 127
Наибольшее усилие на подвеске ковша, кН	-
Расчётная продолжительность цикла на угол 90°, с	23
Наибольший преодолеваемый угол подъёма, рад (град)	0,2 (1 2)
Скорость передвижения по горизонтальной площадке, км/час	0,55
Скорость передвижения по горизонтальной площадке, км/час	0,55
Напряжение питающей сети, кВ	3; 3,3; 6; 6,6
Тип электропривода	Г-Д с МУ
Мощность сетевого двигателя, кВт (трансформатора, кВА)	250
Масса рабочая, т	196

Работа колодочного тормоза ходового механизма экскаватора основана на принципе размыкания колодок на валу электродвигателя во время движения землеройной машины. То есть во время проведения других технологических операций, таких как подъем стрелы, работа ковша тормоз находится в режиме «тормоз». Во время начала движения машины с помощью гидравлической системы экскаватора производится разблокирование тормозных колодок и экскаватор начинает движение.

В процессе эксплуатации землеройной машины было выявлено ряд недостатков в ходовом механизме, основной который заключается в том, что при поломке упругой муфты, соединяющей вал электродвигателя с валом редуктора ходового механизма происходит самопроизвольное движение экскаватора. Это обусловлено тем, что расположение тормозной системы хода обеспечивает блокирование и разблокирование только вала электродвигателя. Если экскаватор находится на уклоне, при поломке упругой муфты, ходовая тележка под действием силы тяжести, которая намного больше силы сцепления с грунтом начинает самопроизвольное движение, которое невозможно остановить[1].

Для решения данной проблемы необходимо внести изменение в кинематическую схему ходового механизма. Необходимо перенести тормоз, находящийся на валу электродвигателя перед упругой муфтой на быстро-

ходный вал редуктора ходового механизма, как показано на рисунке 2. В связи с этим, при возможной поломке упругой муфты, в случае, когда экскаватор находится на уклоне у машиниста, есть возможность остановить технику и предотвратить неконтролируемый спуск[2].

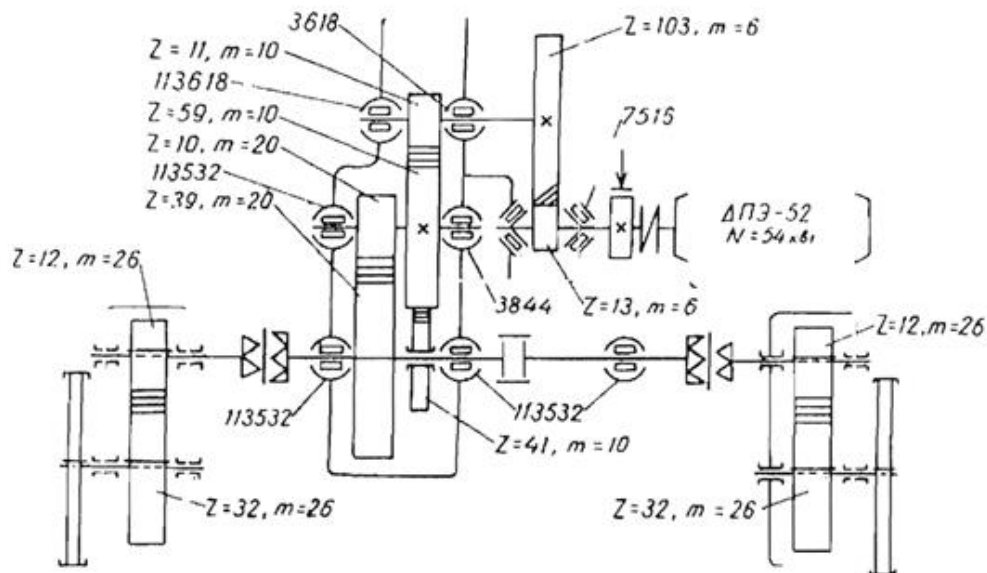


Рисунок 2 - Кинематическая схема механизма хода

Основные операции при реализации данного технического решения включают в себя три этапа: изготовление конструкции, демонтаж существующей конструкции и монтаж узлов и агрегатов[3].

I этап:

1. Изготовление быстроходного вала редуктора ходового механизма экскаватора.
2. Изготовление площадки для крепления тормоза хода.

II этап:

1. Демонтаж электродвигателя ходового механизма с установленным на нем тормозом хода
2. Разборка сопряжения (демонтаж упругой муфты) вала электродвигателя и быстроходного вала редуктора ходового механизма.
3. Демонтаж ходового редуктора экскаватора.

III этап:

1. Разборка ходового редуктора с целью замены старого быстроходного вала редуктора на новый.
2. Замена быстроходного вала редуктора.
3. Сборка редуктора ходового механизма.
4. Установка на нижнюю раму редуктора ходового механизма.
5. Монтаж площадки под тормоз хода на нижней раме ходового механизма.
6. Установка полумуфты упругой муфты на быстроходный вал редуктора.

7. Разметка новых посадочных мест для электродвигателя хода экскаватора.

8. Организация посадочных мест.

9. Монтаж электродвигателя

10. Монтаж сопряжения полумуфты упругой муфты со шкивом двигателя. Маршрут сборки механизма хода и торможения.

Для обеспечения выполнения работ по разработанному техническому решению необходимо сместить электродвигатель от существующих крепежных отверстий в сторону на 200 мм. В процессе реализации для установки двигателя на новое посадочное место необходимо произвести вынос сетей гидравлики. Площадку для крепления тормоза хода выполнить из листового проката толщиной 10 мм. Сто и предусмотреть устройство монтажных отверстий для крепежа её к нижней раме экскаватора[2].

По итогу проведенных в ходе исследования расчетов можно сделать вывод о том, что в процессе изменения кинематической схемы не происходит существенного изменения основных агрегатов, тормоз хода остаётся стандартный для экскаватора ЭКГ-5А, упругая муфта на основной передаче также не изменяется. Реализация данного технического решения является с точки зрения технологичности выходной с малой материалоемкостью, себестоимостью и срокам реализации.

Экономический эффект от внедрения мероприятия составит 4.771 млн. руб. Вложение 213 тыс. руб. на проведение мероприятий по изменению расположения тормозного механизма хода экскаватора ЭКГ-5А, позволит в дальнейшем сэкономить 4,984 млн. руб. затраченных на устранение последствий аварий, а при более серьезной аварии, которая может привести к выходу техники на неопределенный срок затраты на порядок выше.

Библиографический список

1. Дроздова, Л.Г. Одноковшовые экскаваторы: конструкция, монтаж и ремонт: учебное пособие / Л.Г. Дроздова, О.А. Куроатова. – Владивосток: ДВГТУ, 2007. – 235 с.

2. Кох, П.И. Одноковшовые экскаваторы. Устройство, монтаж, эксплуатация и ремонт: учебник для вузов / П.И. Кох. – 2 изд., пер. и доп. – М.: Недра, 2015. – 440 с.

3. Кулешов, А.А. Проектирование и эксплуатация карьерного автотранспорта: справочник. Ч. 1 / А.А. Кулешов. – СПб.: СПГИ, 2004. – 230 с.

4. Махно, Д.Е. Эксплуатация и ремонт карьерных экскаваторов в условиях Севера: производственно-практическое издание / Д.Е. Махно. – М.: Недра, 2014. – 133 с.

5. Москвичев, В.В. Анализ отказов механического оборудования и металлоконструкций экскаваторов / В.В. Москвичев. – Красноярск, 2009. – 110 с.

IV МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 669.187

АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИ ВЫПЛАВКЕ РЕЛЬСОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАЛИ

Думова Л.В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Протопопов Е.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: dumova@bk.ru*

На основании результатов опытно-промышленного опробования в условиях АО "ЕВРАЗ ЗСМК" технологии выплавки рельсовой электростали с частичным замещением в металлошихте чушкового чугуна горячебрикетированным железом показано, что целесообразность использования данной технологии определяется текущим уровнем цен на кокс, электроэнергию, природный газ, известь и указанные железосодержащие материалы.

Ключевые слова: металлошихта, железо прямого восстановления, рельсовая сталь, вредные примеси, технико-экономические показатели производства

Одной из основных проблем отечественного электросталеплавильного производства в последние годы является дефицит качественного металлолома. Повышение доли амортизационного лома в металлошихте электроплавки приводит к увеличению концентрации примесей цветных металлов в готовой стали, в особенности меди и никеля, что применительно к качественным маркам стали, в том числе рельсовым сталям, является недопустимым. Согласно действующему ГОСТ Р 51685-2013 на производство рельсов допустимое содержание меди ограничено пределами не более 0,20 %, никеля – не более 0,15 или 0,20% в зависимости от категории рельсов.

В АО «ЕВРАЗ ЗСМК», являющемся на сегодняшний день ведущим производителем рельсов в России, проблема загрязненности стали примесями цветных металлов решается за счет замещения части лома в металлошихте чугуном [1-3]. Имеются данные, что при доле чугуна в металлозавалке на уровне 20 % и более гарантированно обеспечивается соблюдение требований ГОСТ Р 51685-2013 по содержанию примесей цветных металлов в рельсовой стали. Необходимо отметить, что по результатам ранее проведенных исследований [4] медь даже в диапазоне концентраций, не выходящих за пределы требований ГОСТ оказывает выраженное отрицательное влияние на качество рельсов – увеличивает их отбраковку из-за наличия дефектов.

Исходя из вышесказанного, а также принимая во внимание тот факт,

что увеличение доли чугуна в металлозавалке свыше 30-35% является экономически нецелесообразным [4], направление, связанное с поиском технологических решений по снижению концентрации примесей цветных металлов в рельсовой стали, является актуальным.

На сегодняшний день к наиболее эффективным методам уменьшения содержания примесей цветных металлов в исходной металлошихте, а следовательно и в готовой стали, можно отнести предварительную подготовку лома, которая в первую очередь заключается в сортировке лома с отделением фракции, обогащенной примесями цветных металлов. При этом обогащенный примесями цветных металлов скрап может отделяться, как по результатам визуального контроля, так и по результатам предварительно проведенного химического анализа. Порезка и измельчение лома на шреддинг-установках металлолома по данным работы [5] обеспечивает отсев вместе с мелкой фракцией до 60 % меди.

Технологический процесс переработки лома на шредерной установке включает следующие операции (рисунок 1): подготовку; загрузку в дробилку; дробление; очистку и сортировку дробленного металлолома; удаление и складирование готовой продукции.

Существенным ограничением по внедрению шредерных установок является их высокая стоимость, что подтверждается отсутствием таких установок на отечественных металлургических предприятиях.

К эффективным методам снижения концентрации примесей цветных металлов в стали относится применение в металлошихте электроплавки альтернативных материалов, в том числе железа прямого восстановления (губчатого железа). Имеющиеся литературные данные [5] свидетельствуют, при использовании губчатого железа взамен металлического лома в металлошихте (таблица 1).

Таблица 1 – Концентрации вредных примесей в канатной стали при использовании различных видов металлошихты [5]

Вид металлошихты	Содержание элемента в стали, %·10 ⁻³								
	Cu	Zn	Sn	As	Sb	Ni	Co	Mo	Cr
Металлический лом	200	4,5	3,4	12	2,1	130	11	15	80
Губчатое железо	15	0,9	0,9	0,5	1,1	7	1,4	1,3	20
Отклонение, раз.	13	5	4	24	2	19	8	12	4

На АО «ЕВРАЗ ЗСМК» имеется положительный опыт промышленного опробования выплавки рельсовой стали марки Э76ХФ с использованием в металлошихте железа прямого восстановления (горячебрикетированного железа – ГБЖ) [6]. По имеющимся литературным данным для ГБЖ характерна не только низкая концентрация примесей цветных металлов, но и таких

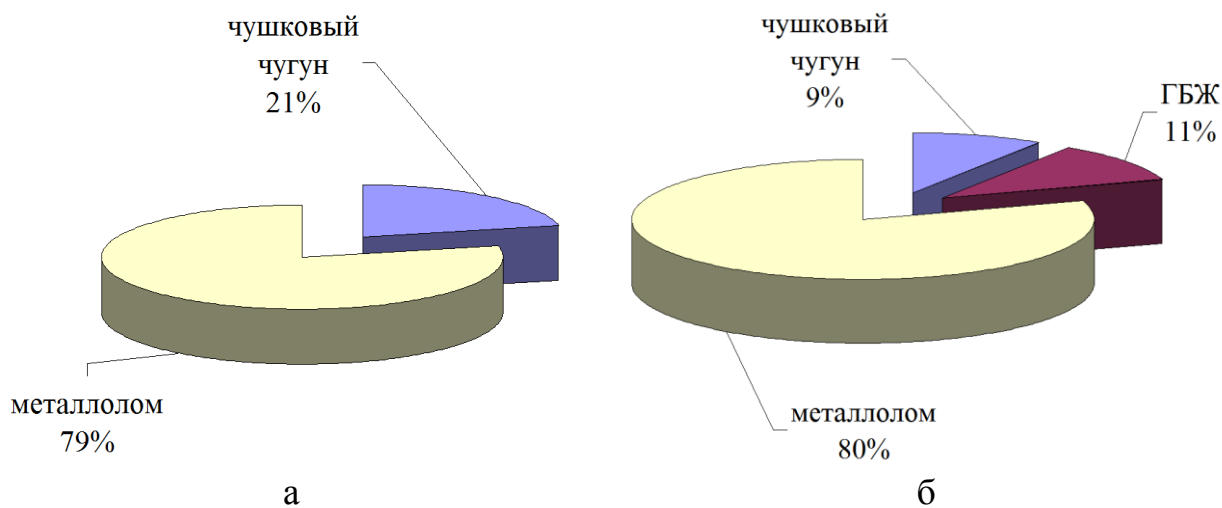
вредных примесей, как серы и фосфор [7] – использование ГБЖ в качестве металлошихты обуславливает снижение содержания указанных вредных примесей в 2,0 и 1,5 раза соответственно. К дополнительным преимуществам ГБЖ по сравнению с металлическим ломом относятся: высокая насыпная плотность (2,0 – 2,5 т/м³) и отсутствие необходимости применения методов подготовки к электроплавке.

При проведении промышленного опробования применения ГБЖ в качестве металлошихты плавки в электросталеплавильном цехе АО «ЕВРАЗ ЗСМК» использовали ГБЖ производства Лебединского ГОКа, химический состав и характеристики которого приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав и характеристики ГБЖ

Содержание, %						Степень металлизации, %	Плотность, г/см ³	Доля класса крупности <4 мм, %
FeO _{общ}	SiO ₂	S	P	FeO _{мет}	C			
90,87	4,23	0,013	0,008	85,41	1,27	93,99	5	2,7

При проведении опытных плавки металлошихту формировали таким образом, что расход лома практически соответствовал стандартной технологии, а часть чушкового чугуна замещалась ГБЖ (рисунок 1). При этом удельный расход ГБЖ на опытных плавках составил 13,68 т/плавка при интервале изменения от 13,6 до 13,8 т/плавка.



а – стандартный состав; б – опытные плавки

Рисунок 1 – Состав металлошихты при выплавке рельсовой стали

Полученные результаты свидетельствуют (таблица 3), что добавка ГБЖ в металлошихту взамен чушкового чугуна в вышеуказанном количестве приводит к снижению содержания фосфора в стали на выпуске из печи на 0,003% при практически неизменном содержании меди и никеля. Снижение содержания фосфора в стали обуславливает уменьшение расхода извести

на дефосфорацию на 1,8 кг/т. Отмечается повышение удельных расходов кокса (на 5,6 кг/т), электроэнергии (на 16,1 кВт·ч/т) и природного газа (на 0,2 м³/т), а производительность печи практически не изменяется.

Таблица 3 – Анализ эффективности применения ГБЖ в составе металл завалки электроплавки

Наименование показателя	Единицы измерения	Значения показателя		Отклонение, %
		плавки с ГБЖ	плавки без ГБЖ	
Длительность плавки	мин	55	55	0
Расход кислорода	м ³ /т	39,2	38,7	+0,5
Расход электроэнергии	кВт · ч/т	421,3	405,2	+16,1
Расход извести	кг/т	39,0	40,8	-1,8
Расход кокса,	кг/т	19,8	14,2	+5,6
Расход природного газа	м ³ /т	4,9	4,7	+0,2
Содержание углерода	%	0,064	0,139	-0,075
Содержание фосфора	%	0,003	0,006	-0,003
Содержание никеля	%	0,081	0,080	+0,001
Содержание меди	%	0,115	0,115	0

Таким образом, можно констатировать положительное влияние использования ГБЖ взамен чугуна на качество рельсовой стали при увеличении себестоимости ее производства за счет повышения вышеуказанных удельных расходов материалов и энергоносителей. При этом следует отметить, что в зависимости от соотношения цен на чушковый чугун и ГБЖ и цены извести указанное увеличение себестоимости производства рельсовой стали может быть в различной степени компенсировано. То есть целесообразность частичного замещения чугуна горячебрикетированным железом определяется текущим уровнем цен на кокс, электроэнергию, природный газ, известь и сами рассматриваемые железосодержащие материалы. Полученные данные о количественном изменении удельных расходов материалов и энергоносителей от состава металлошихты (таблица 3) позволяют проводить анализ целесообразности применения ГБЖ в текущем режиме.

Библиографический список

1. Использование жидкого чугуна при выплавке стали в дуговых электропечах / Годик Л.А. [и др.] // Электрометаллургия. 2002. №1. С.9-14.
2. Применение жидкого чугуна в дуговых электропечах / А.И. Катунин [и др.] // Металлург. 2000. №6. С.32.
3. Экономические и технологические аспекты использования жидкого чугуна при выплавке стали в дуговых электропечах / А.И. Катунин [и др.] // Известия вузов. Черная металлургия. 2001. №4. С. 24-26.
4. Уманский А.А. Исследование комплексного влияния параметров

выплавки рельсовой электростали на качество рельсовой продукции и технико-экономические показатели ее производства / А.А. Уманский, Л.В. Думова // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2018. Т. 61. № 11. С. 876-883.

5. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали / В.А. Кудрин. – М.: «Мир», ООО «Издательство АСТ», 2003. – 528 с.

6. Исследование технологических особенностей выплавки рельсовой электростали с использованием железа прямого восстановления А.А. Уманский [и др.] // Сталь. 2019. № 7. С. 20-22.

7. Тимофеев Е.С. Влияние горячебрикетированного железа на качество стали / Е.С. Тимофеев, Е.В. Головкин, А.С. Тимофеева // Современные наукоемкие технологии. 2005. № 1. С. 29. URL : <http://top-technologies.ru/article/view?id=22046>.

УДК 669.187

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОТБРАКОВАННЫХ ЗАГОТОВОК РЕЛЬСОВЫХ СТАЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПРОИЗВОДИМЫХ ИЗ НИХ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ

Сафонов С.О.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Уманский А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: umanskii@bk.ru*

На основании проведенных статистических исследований установлено значимое влияние повышения содержания углерода, водорода и серы в заготовках рельсовой стали марки К76Ф на снижение ударной стойкости мелющих шаров, производимых из указанных заготовок. Суммарная степень влияния концентрации указанных элементов в стали К76Ф на ударную стойкость шаров составляет 48%. Оставшуюся долю влияния на ударную стойкость мелющих шаров из стали К76Ф составляет температура прокатки шаров и параметры их термообработки, что подтверждено результатами металлографических исследований.

Ключевые слова: рельсовая сталь, непрерывнолитые заготовки, мелющие шары, микроструктура, ударная стойкость

В последние годы имеет место значительное повышение требований к качеству железнодорожных рельсов, что обуславливает повышенный уровень отбраковки, как готовых рельсов, так и исходных непрерывнолитых заготовок для их производства. В большинстве случаев отбракованные заготовки рельсовых сталей не имеют выраженных дефектов и причиной их отбраковки является несоответствие химического состава требованиям внут-

ренной нормативной документации, которые являются более жесткими по отношению к требованиям ГОСТ. Это обуславливает возможность производства из таких заготовок нерельсовых видов проката, в том числе мелющих шаров [1-3].

На текущий момент массовое производство мелющих шаров из отбраковки заготовок рельсовой стали марки К76Ф освоено на ОАО «Гурьевский металлургический завод». Технология производства шаров на указанном предприятии включает в себя прокатку с последующей закалкой и низким отпускком. При этом шары повышенных групп твердости помимо контроля твердости подвергаются также дополнительным копровым испытаниям на ударную стойкость.

С целью оценки влияния химического состава рельсовой стали на ударную стойкость мелющих шаров провели статистические исследования методом множественного регрессионного анализа. Полученные результаты свидетельствуют, что повышение содержания углерода, водорода и серы в рельсовой стали в фактических пределах изменения концентрации данных элементов (таблица 1) приводит к снижению ударной стойкости шаров – повышению брака по результатам копровых испытаний:

$$B_{\text{КОПР}} = -12,9 + 11,8 \cdot [C] + 3,7 \cdot [H] + 102,3 \cdot [S], \quad (1)$$

где $B_{\text{КОПР}}$ – брак шаров по результатам копровых испытаний, %;

[C], [S] – содержание углерода и серы в стали, %;

[H] – содержание водорода в стали, ppm.

Таблица 1 – Статистические характеристики функций и параметра оптимизации для мелющих шаров из рельсовой стали К76Ф

Наименование	Единицы измерения	Область изменения	Среднее значение	Среднее квадратическое отклонение
Брак по результатам копровых испытаний	%	0 – 15,2	3,8	1,1
Содержание углерода в стали	%	0,75 – 0,87	0,78	0,09
Содержание водорода в стали	ppm	1,2 – 2,0	1,7	0,3
Содержание серы в стали	%	0,008 – 0,018	0,012	0,003
Содержание фосфора в стали	%	0,011 – 0,020	0,015	0,004
Содержание ванадия в стали	%	0,07 – 0,11	0,09	0,01
Содержание кремния в стали	%	0,28 – 0,41	0,35	0,04
Содержание никеля в стали	%	0,04 – 0,07	0,05	0,01
Содержание хрома в стали	%	0,04 – 0,09	0,07	0,01
Содержание меди в стали	%	0,01 – 0,05	0,03	0,01
Содержание титана в стали	%	0,001-0,006	0,003	0,001

С целью обоснования механизмов влияния содержания вышеперечисленных химических элементов на ударную стойкость шаров проведены дополнительные металлографические исследования. В результате установлено, что повышение содержания углерода до заэвтектоидных значений приводит к образованию карбидов цементитного типа (рисунок 1). Анализ химического состава мелющих шаров показал, что при содержании углерода в поверхностном слое на уровне 0,78% в осевой зоне содержание углерода составляет до 0,85 %.

Повышение содержания водорода в рельсовой стали марки К76Ф приводит к увеличению вероятности образования флокенов, выявленных в изломе ряда расколовшихся шаров (рисунок 2).

В свою очередь повышение содержания серы в рельсовой стали приводит к увеличению концентрации и образованию скоплений непластичных сульфидов, выявленных в зоне локализации трещин (рисунок 3).



Рисунок 1 – Карбиды цементитного типа в шаре из стали К76Ф, не выдержавшего испытания на ударную стойкость



Рисунок 2 – Флокены в изломе мелющих шаров из рельсовой стали К76Ф

В целом по данным проведенного анализа суммарная относительная степень влияния содержания углерода, водорода и серы в рельсовой стали марки К76Ф на отбраковку шаров при копровых испытаниях составила 48%.

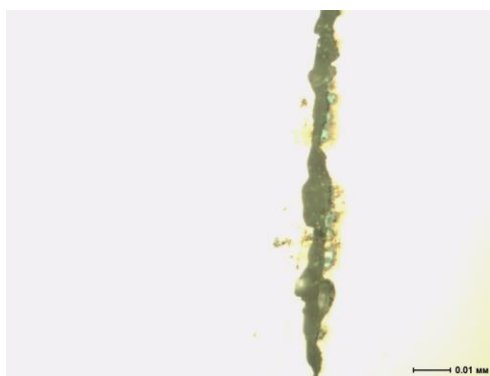


Рисунок 3 – Неметаллические включения в области локализации трещины мелющего шара из рельсовой стали К76Ф

Оставшиеся 52% необъясненной вариации относятся к влиянию параметров прокатки и закалки шаров. Так дополнительно проведенными исследованиями установлено, что повышение температуры прокатки шаров из стали К76Ф в интервале 900-980°C приводит к увеличению их ударной стойкости, то есть снижению отбраковки при копровых испытаниях:

$$B_{\text{КОПР}} = 17,9 - 0,015 \cdot [t], \quad (2)$$

где $B_{\text{КОПР}}$ – отбраковка шаров по результатам копровых испытаний, %;
 t – температура прокатки шаров, °С.

Полученный характер влияния температуры прокатки шаров стали К76Ф на их ударную стойкость связан с повышением пластичности данной стали при увеличении температуры деформации, что подтверждается результатами ранее проведенных исследований [4]. Увеличение пластичности способствует повышению вероятности заваривания внутренних трещин на исходных заготовках в процессе прокатки.

Наличие значимого влияния параметров термообработки мелющих шаров из рельсовой стали К76Ф на их ударную стойкость подтверждается выявленными в ходе металлографических исследований закалочными трещинами по границам раздела фаз (рисунок 4).



Рисунок 4 – Микротрещина по границам зерен в шаре из рельсовой стали К76Ф, не выдержавшем испытание на ударную стойкость

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-20170, за счет гранта Кемеровской области - Кузбасса.

Библиографический список

1. Баранов Н.А. Производство мелющих шаров из рельсовой стали / Н.А. Баранов, О.Н. Тулупов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2017. Т. 1. С. 96-99.
2. Pater Z., Tomczak J., Bulzak T., Andrietti S., Barbelet M. An innovative method for producing balls from scrap rail heads // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2018. Vol. 97. No. 1-4. P. 893-901.
3. Tomczak J., Pater Z., Bulzak T. The flat wedge rolling mill for forming balls from heads of scrap railway rails // Archives of Metallurgy and Materials. 2018. Vol. 63. No. 1. P. 5-12.
4. Уманский А.А. Разработка технологии производства мелющих тел с повышенными эксплуатационными свойствами из отбраковки рельсовых сталей / А.А. Уманский, А.С. Симачев, Л.В. Думова // Черные металлы. 2021. № 5. С. 57-62.

УДК 620.92

ВНЕДРЕНИЕ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КУЗБАССЕ

Гашникова А.О., Панфилов В.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: gashnikova20172017@gmail.com*

В данной статье рассматривается внедрение водородной энергетики в Кузбассе: разработка проекта по производству водорода, его территориальное расположение, охрана труда при проведении работ, способы получения водорода, влияние на экологию и перспективные качества использования водорода.

Ключевые слова: водородная энергетика, угольная шахта, пиролиз метана, экология.

В последнее время одной из наиболее часто встречающихся прогрессивных концепций является водородная энергетика. Водород изображается в СМИ как экологически чистое топливо.

Основной идеей использования данной технологии является стремление к декарбонизации атмосферного воздуха. Другими словами, снижение доли «парниковых» выбросов углекислого газа. Резкое снижение выбросов CO₂ в атмосферу, подразумеваемое Парижским соглашением, зависит от глобального перехода к «зелёной» энергетике. С каждым разом данное

направление получает все большее развитие.

Для достижения целей Парижского соглашения по климату Российская Федерация осуществляет государственную политику в области климата, направленную на сокращение и предотвращение антропогенных выбросов парниковых газов.

Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации утверждена 5 августа 2021 года и предусматривает производство водорода за счет использования энергии гидроэлектростанций, атомных и тепловых электростанций при электролизе воды, а также при пиролизе углеводородов.

Для реализации Концепции развития водородной энергетики России необходимо решить ряд фундаментальных задач в области металлургии, материаловедения, физической химии и энергетики. Решение этих задач позволит Российской Федерации совершить технологический и научно-технический прорыв в области водородной энергетики, перейти на новый уровень развития промышленности и технологий.

Основным аргументом для внедрения водорода в энергетике является охрана окружающей среды, потому что в месте его энергетического использования в атмосферу выбрасывается только водяной пар.

Водород как газообразное химическое топливо может заменить углеводороды в двигателях внутреннего сгорания, газовых турбинах и системах отопления. Кроме того, водород можно использовать для прямого получения электрической энергии с помощью топливных элементов.

Если рассматривать наш регион, то существует огромный потенциал для производства водорода в Кузбассе, которое обеспечит широкое внедрение водорода в различных секторах экономики.

Данные прописаны в законе Кемеровской области – Кузбасса от 26 декабря 2018 года № 122-ОЗ - об утверждении Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области - Кузбасса на период до 2035 года. Основная цель - создание промышленного кластера «Водородная энергетика» в Кузбассе.

Водородная промышленность Кузбасса позволит сохранить энергетическое лидерство России, создаст рабочие места для граждан, значительно сократит выбросы углерода, улучшит качество воздуха и обеспечит динамичный экономический рост.

Реализация технологии по производству водорода уже имеется в нашем регионе. Технология существует в химическом заводе КАО «Азот», на котором применяется технология компании Linde AG. В Кемерово водород получают посредством паровой конверсии метана.

Данную технологию можно внедрить и на юге Кузбасса, где сосредоточена большая часть добывающих угольных шахт.

Производство делится на следующие виды цепей:

1) Метан добывается из угольных шахт (за счет, пробуривания скважин плазменно-импульсным генератором). Путем пробуривания скважин с

поверхности земли происходит процесс заблаговременной дегазации путем воздействия на угольный массив плазменно-импульсного генератора. Принципиальная схема изображена на рисунке 1. В качестве исходного предприятия выбирается шахта «Ерунаковская-VIII». На данном предприятии на сегодняшний день активно проводятся мероприятия по дегазации угольных пластов.

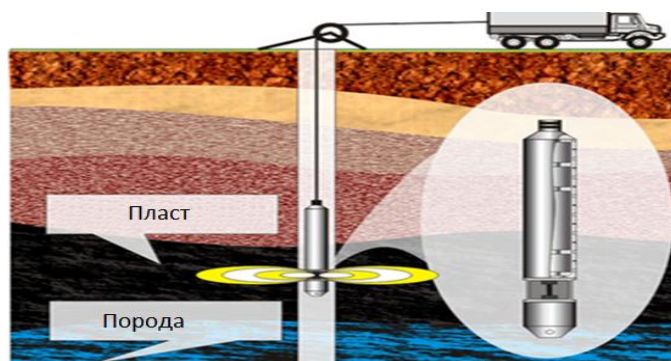


Рисунок 1 – Принципиальная схема плазменно-импульсного воздействия

2) Образующийся метан транспортируется по стеклопластиковым трубам, либо полученный метан можно перевозить в газовых баллонах;

3) Метан доставляется на производство, где проходит необходимую переработку, метан подвергается пиролизу. Разложение метана (также называемое пиролизом метана или крекингом метана) - химический процесс, разделяющий метан или, в общем, углеводороды на его элементарные компоненты - водород и твердый углерод. Основная реакция эндотермическая; необходимая энергия может поступать из разных источников энергии. Расположение производства предлагается на территории ЕВРАЗ ЗСМК.

Технология получения водорода путем термического пиролиза метана в ванне расплавленного чугуна позволяет вырабатывать из природного газа водород без выделения углекислого газа;

Технологический процесс протекает по следующим этапам (рисунок 2):

- 1) Попадание природного газа в производственный цикл;
- 2) Пиролиз с последующим получением углерода и водорода;
- 3) Процесс очистки полученного водорода.

1) Попадание природного газа в производственный цикл.
С помощью магистрального трубопровода извлеченный метан из угольной шахты поступает на производство, попадая в специальный компрессор, проходя через который газ проходит процесс сжатия и подготовки перед последующим разделением на составляющие. Параллельно с этим подготавливается специальный инвертор, который в последующем производит процесс пиролиза.

- 2) Пиролиз с последующим получением углерода и водорода:

Процесс происходит в специальном пиролизном реакторе, в который доставляется метан по нижней его части, проходя через высокотемпературный расплав чугуна с последующим в нем осаждением углерода, а водород

выходит из реактора вверх. Технический углерод впоследствии поднимается на поверхность металла, что позволяет легко удалить углерод с его поверхности;

3) Процесс очистки полученного водорода:

В данном цикле водород попадает в теплообменный блок, где происходит процесс его охлаждения с последующей очисткой в установках короткоцикловой адсорбции (КЦА), где применяется принцип физического связывания примесей, содержащихся в полученном водороде, с помощью индивидуально подобранных адсорбирующих материалов.

Примером Российской компании, занимающейся разработкой технологического комплекса получения водорода является компания АО «Грасис».

Разработанная НПК «Грасис» технология получения водорода путем термического пиролиза метана и нефтешламов в ванне расплавленного чугуна позволяет вырабатывать из природного газа водород без выделения углекислого газа.

Пиролиз метана позволяет производить водород экологически безопасным способом, поскольку углерод выделяется в твердой биологически нейтральной форме и может быть использован в производстве.

Побочный продукт пиролиза – твердый черный элементарный углерод (графит) – может использоваться в качестве промышленного сырья для производства стали, аккумуляторов, углеродных волокон, а также разных структур и материалов на основе углерода.

Чистота получаемого водорода достигает 99,999%. Производительность варьируется от 200 м³/час до 100 000 м³/час в зависимости от запросов заказчика.

Полученный в результате пиролиза водород возможно хранить множеством вариантов: газовые баллоны; стационарные массивные системы хранения в виде газгольдеров, хранение в трубопроводах.

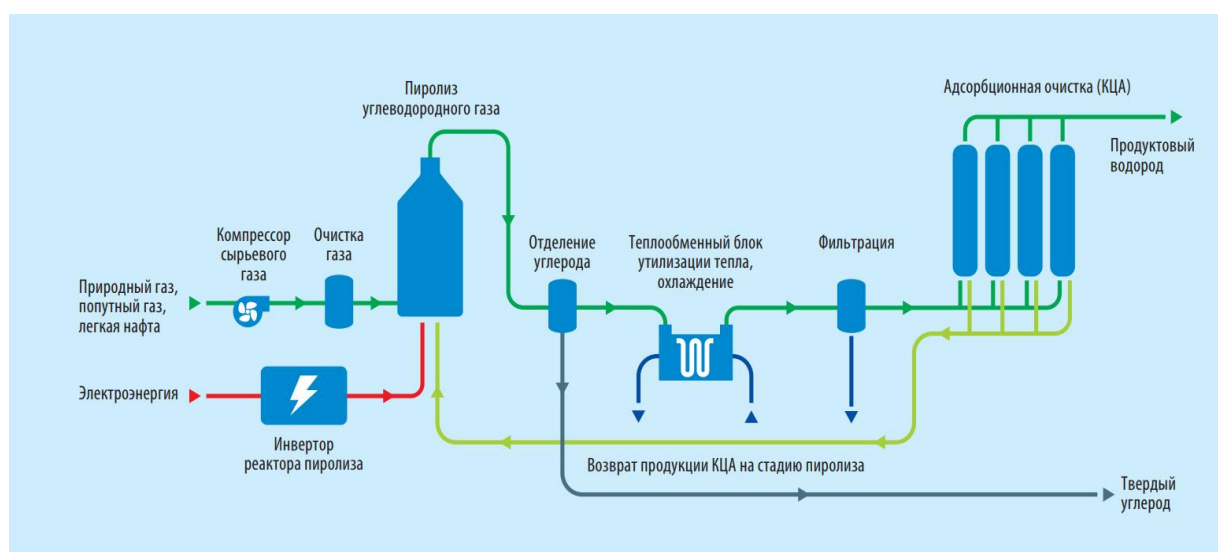


Рисунок 2 – Принципиальная схема работы установки по пиролизу метана

4) Полученный водород отгружается и хранится в специальных емкостях (баллонах). Вариативность методов хранения позволяет ориентироваться на многих потребителей: от локальных производств, в которых требуется сжатый газ в баллонах, в которых он и будет транспортироваться, до огромных производств, которые в качестве основного топлива в огромных объемах используют полученный газ, который направляется по трубопроводам;

5) Побочный продукт производства (твердый углерод) предполагается хранить в виде отвалов в специально отведенных для этого местах на территории производственного комплекса, где благоустройство должно быть оборудовано так, чтобы производить быструю приемку и отпуск с помощью автомобильной техники.

Далее полученные материалы можно направлять на многие производства:

1) Нефтеперерабатывающая промышленность:

На территории Кузбасса находятся Черниговский НПЗ, Яйский НПЗ, Анжерский НГК. Именно на НПЗ и НГК может найти свое применение водород. Огромное количество водорода требуется для установок гидрообессеривания, гидрокрекинга дистиллятов, гидроочистки, изомеризации, производств смазочных материалов. Кроме того, водород на НПЗ используется для активации катализаторов риформинга и регенерации катализаторов изомеризации;

2) Металлургия:

Свое применение водород может найти в ЗСМК. Основной областью применения водорода в металлургии является производство металлизированного сырья методом прямого восстановления железа, а также значительные объемы водорода расходуются в технологических процессах прокатного производства (при термической обработке холоднокатаного проката);

3) Стекольной промышленности:

Примером производственно-торговой компании, в которой возможно применение водородной энергетики является "Кузбасская Стекольная компания". В стекольной промышленности водород применяется при производстве листового стекла float-методом, а также для получения кварцевого стекла, которое изготавливают плавлением чистого горного хрусталя, кварца или синтетического оксида кремния в водородно-кислородном пламени;

4) ТЭЦ:

В энергетике водород используется для охлаждения мощных турбогенераторов, благодаря его высокой теплопроводности и коэффициенту диффузии, а также не-токсичности. Также возможен полный переход производства на альтернативный источник получения энергии. Для этого понадобится переоборудование горелок и печей, но и требования к чистоте водорода в этом случае ниже;

5) Автомобильное топливо:

Полученный водород возможно использовать в виде автомобильного топлива, тем самым в обозримом будущем с бурным развитием производ-

ства автомобилей и строительством водородных станций заправки имеется возможность заменить привычные энергетические источники автомобилей - газ и бензин.

Сочетание водородной энергетики и горного производства имеют большой потенциал. Ведь при проведении заблаговременной дегазации метан не будет выбрасываться в атмосферу, а, наоборот, направляться на производство. Заблаговременная дегазация в данном случае имеет только положительный аспект, ведь при ее проведении обеспечивается безопасность работы шахтеров, снижение себестоимости добычи угля, сохранение экологии, рациональное использование недр. Полученный водород и твердый углерод можно использовать во многих отраслях промышленности. Самое важное при внедрении технологии: необходимо составить инструкции по охране труда и методике проведения работ, стандарты, урегулировать систему проведения инструктажей, обеспечить всех работников формой, учесть все вопросы, связанные с производством, допускать к работе только обученных специалистов.

Библиографический список

1. Водородные энергетические технологии: Материалы семинара лаборатории ВЭТ ОИВТ РАН: сб. науч. тр. / ред кол.: Д.О. Дуников (отв. ред.) [и др.]. - Москва: ОИВТ РАН, 2017. – Вып. 1. - 190 с.
2. Об утверждении стратегии социально-экономического развития Кемеровской области до 2035 года [Текст]: распоряжение от 26.12.2018 № 122-ОЗ// Совет народных депутатов Кемеровской области. – 2018.- №122.– 209 с.
2. О концепции развития водородной энергетики в Российской Федерации [Текст]: распоряжение от 05.08.2021 № 2162-р// Распоряжение правительства Российской Федерации. – 2021. - №2162-р. – 23 с.
3. О плане мероприятий по реализации Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года [Текст]: распоряжение от 01.06.2021 № 1447-р (ред. от 14.09.2021) / Распоряжение правительства Российской Федерации. – 2021. - №1447-р. – 23 с.
4. Водород. Технологии. Будущее: сборник тезисов докладов Всероссийской научно-практической конференции / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2021. – 67 с.
5. Водород в энергетике: учеб. пособие / Р.В. Радченко, А.С. Мокрушин, В.В. Тюльпа. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 229 с.
6. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения [Текст]: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 17–18 мая 2022 г. Выпуск 26. Часть II. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет; под общ. ред. С.В.Коновалова – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 2022. – 317 с.

7. Общая энергетика: водород в энергетике : учеб. пособие для вузов / Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльпа ; под науч. ред. С. Е. Щеклеина. — Москва: Издательство Юрайт, 2018; Екатеринбург: Изд-во Урал. унта. — 230 с.

8. Основы водородной энергетики [Текст]: научное издание/ Карпова С. С. [и др.] – Санкт-Петербург: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. – 288с.

УДК 622.272.002.5

ЭНЕРГЕТИКА/ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА РОССИИ В СВЕТЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ

Кириляк М.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: mkirilyak16@mail.ru*

В статье рассматриваются проблемы российского энергетического сектора в свете решения мировым сообществом задачи глобального потепления.

Ключевые слова: Парижское соглашение, энергетика, экология, выбросы, квоты, парниковый газ.

В настоящее время вырабатываемое в России тепло и электричество являются очень «углеродоёмким» в связи с тем, что доля возобновляемой энергетики в общем объёме энергоресурсов слишком мала. Парижское соглашение в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата принято Постановлением Правительства РФ 21 сентября 2019 г., которая является важным этапом в структурировании информации по выбросам. Постановление о ратификации соглашения подписал тогда премьер-министр Дмитрий Медведев. За последние года разработано большое количество новых нормативно-правовых актов об ограничении выбросов парниковых газов [1].

4 ноября Владимир Путин подписал указ «О сокращении выбросов парниковых газов» в рамках выполнения Парижского соглашения. Кроме того, Путин поручил разработать стратегию социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. На достижение основных целей Парижского соглашения направлен и реализуемый в стране национальный проект «Экология», в том числе входящие в его состав федеральные проекты «Чистый воздух» и «Наилучшие доступные технологии» (НДТ), которые предусматривают сокращение выбросов парниковых газов (ПГ), стимулируют бизнес к внедрению лучших зеленых технологий с минимальным ущербом для окружающей среды, а также развитие

нормативного регулирования (механизма) квотирования выбросов. Национальный проект охватывает такие сферы, как промышленность, металлургия, энергетика и прочие. Для предприятий разработаны зеленые стандарты и справочники по внедрению НДТ [2].

Рассмотрим, как в свете обнаруженного «виновника» глобального потепления выглядит российский энергетический сектор. Основным источником информации о выбросах ПГ в России является так называемый Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом (далее Кадастр) [3]. В Кадастр включены данные о выбросах и абсорбции всех парниковых газов (ПГ), указанных в Киотском протоколе – диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4), закиси азота (N_2O), гидрофторуглеродов (ГФУ), перфторуглеродов (ПФУ) и гексафторида серы (SF_6), а также газов с косвенным парниковым эффектом – оксидов азота (NO_x) оксида углерода (СО) и диоксида серы (SO_2). Эти данные регулярно обновляются и представляются в секретариат Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН).

Данные о совокупных антропогенных выбросах в РФ всех ПГ, не регулируемых Монреальским протоколом, представлены в таблице 1. По сравнению с 1990 г. (базовым годом РКИК ООН и Киотского протокола) совокупные выбросы ПГ к 2019 г. снизились на 29,7 % и составили 2648,9 млн. т CO_2 -экв.

Таблица 1 - Динамика выбросов парниковых газов в Российской Федерации, млн. т CO_2 -экв.

ПГ	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2019
CO_2	2589,7	1629,5	1504,2	1593,9	1662,6	1727,5	1671,6
CH_4	942,4	655,4	634,3	790,3	827,3	852,6	859,1
N_2O	183,2	115,2	98,9	90,0	94,9	94,7	90,2
ГФУ	35,9	15,4	26,6	19,8	13,4	17,6	24,1
ПФУ	15,1	13,5	9,9	6,3	3,6	3,3	3,1
SF_6	1,1	0,4	0,7	1,3	0,6	5,2	0,8
Всего	3767,6	2429,4	2274,5	2501,6	2602,5	2700,9	2648,9

В июле 2017 г. в секретариат РКИК ООН были представлены предварительные данные за 1990-2015 годы. В соответствии с ними эмиссия ПГ с территории РФ в 2015 г. составила 2651 млн. т CO_2 -экв. (70,4 % от уровня 1990 г.), то есть практически столько, сколько и в 2019 г.

В соответствии с данными Кадастра в совокупном выбросе ПГ в Российской Федерации, начиная с 1990 г., доминируют выбросы энергетического сектора (таблица 2). Причем распределение выбросов ПГ по секторам меняется очень мало. Уменьшился вклад сельского хозяйства. В противоположность другим секторам, выбросы, связанные с обраще-

нием с отходами производства и потребления, демонстрируют постоянный рост. Они уже превысили уровень базового года и, вероятно, будут расти и в дальнейшем.

В России широко используются все основные ископаемые топлива – уголь, нефть и природный газ, а также продукты их переработки. В относительно небольших количествах в качестве топлива используется торф, горючие сланцы с 2012 г. не используются.

В энергетическом секторе выбросы ПГ обусловлены добычей, первичной переработкой, транспортировкой и использованием ископаемого топлива (нефти, газового конденсата, природного и попутного газа, угля, торфа и др.) и продуктов его переработки. К технологическим процессам использования ископаемого топлива относится и его сжигание для получения тепла и электрической энергии. В составе выбросов ПГ энергетического сектора исключительное положение занимают диоксид углерода, метан и закись азота.

Таблица 2 - Динамика выбросов парниковых газов в Российской Федерации по секторам, млн. т CO₂-экв. [10]

Сектор	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2019
Энергетика	3077,2	1964,5	1843,7	2067,9	2164,4	2246,3	2191,2
Промышленные процессы и использование продукции	298,1	181,1	197,0	210,1	202,9	213,0	212,7
Сельское хозяйство	314,8	205,3	152,5	135,0	136,5	136,5	132,4
Отходы	77,5	78,5	81,3	88,5	98,7	105,1	112,6
Всего	3767,6	2429,4	2274,5	2501,6	2602,5	2700,9	2648,9

В 2019 г. выбросы ПГ в энергетическом секторе составили 2191,2 млн. т CO₂-экв. (таблица 2 и 3), что на 28,8 % ниже уровня 1990 года. В их составе преобладал диоксид углерода – на него в 2019 г. приходилось 68,1 % всех выбросов по сектору. Вклады метана и закиси азота составили 31,7 % и 0,3 % соответственно (таблица 3).

Таблица 3 - Динамика выбросов парниковых газов в энергетическом секторе Российской Федерации, млн. т CO₂-экв.

Газ	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2019
CO ₂	2338,0	1478,4	1346,8	1414,8	1481,9	1545,2	1491,4
CH ₄	729,9	480,9	492,1	647,9	677,6	695,7	694,2
N ₂ O	9,3	5,2	4,8	5,2	5,0	5,4	5,6
Всего	3077,2	1964,5	1843,7	2067,9	2164,4	2246,3	2191,2

Суммарные выбросы ПГ при сжигании топлива в 2019 г. составляли 1426 млн. т CO₂-экв. (таблица 4), что на 37,7 % меньше, чем в 1990 г. На долю сжигания топлива в 1990 г. в России приходилось 74,4 % общих выбро-

сов в секторе «Энергетика». В 2019 г. эта доля составила 65,1 %.

Помимо выбросов ПГ, образующихся при сжигании ископаемого топлива, достаточно большие объемы ПГ поступают в атмосферный воздух в результате утечек и технологических потерь (таблица 4). Их доля составляет почти 35 % от общего объема выбросов ПГ в энергетическом секторе.

Таблица 4 - Динамика выбросов парниковых газов от основных категорий источников энергетического сектора Российской Федерации, млн. т CO₂-экв

1990	1995	2000	2005	2010	2012	2019
Сжигание топлива						
2288,7	1446,5	1307,4	1350,4	1409,3	1468,4	1426,0
Утечки и испарение при использовании твердого топлива						
87,6	58,6	50,5	54,7	55,8	59,9	60,2
Утечки и испарение при использовании нефти и газа						
700,9	459,4	485,7	662,9	699,2	717,9	705,0
Всего						
3077,2	1964,5	1843,7	2067,9	2164,4	2246,3	2191,2

В период с 1990 по 2019 гг. произошло значительное изменение доли потребления различных видов топлив (таблица 5), а, следовательно, и вкладов от сжигания твердых, жидких и газообразных топлив в суммарную эмиссию CO₂ в России (таблица 6).

Таблица 5 - Динамика потребления основных видов топлива в РФ, % к 1990 году

Виды топлива	1995	2000	2005	2010	2012	2019
Всего, в том числе	63,01	60,00	61,08	63,02	67,81	66,84
Жидкое топливо	43,96	37,89	37,39	34,56	43,23	46,62
Твердое топливо	65,78	60,25	50,09	48,20	52,60	46,42
Природный газ	77,01	77,59	85,05	92,56	94,42	92,32
Торф	49,65	42,93	21,76	16,81	18,74	18,83

Таблица 6 - Динамика выбросов CO₂ в Российской Федерации при сжигании первичных видов топлива, млн. т CO₂-экв.

Виды топлива	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2019
Всего, в том числе	2363	1510	1367	1339	1350	1479	1404
Жидкое топливо	926	408	314	309	275	354	355
Твердое топливо	625	411	363	282	272	308	265
Природный газ	803	686	686	745	801	816	782
Торф	7	3	3	1	1	1	1

В 2019 г. по сравнению с 1990 г. на 22 % выросла доля выбросов диоксида углерода от сжигания природного газа, а доли выбросов, обусловленные сжиганием жидких и твердых топлив, сократились соответственно на 14 % и 8 % (таблица 6). Но это также означает, что при производстве одного и того же количества энергии выбросы ПГ сократились, ибо природный газ при сжигании в наименьшей степени загрязняет атмосферный воздух среди основных видов органического топлива (таблица 7).

Таблица 7 - Удельные выбросы диоксида углерода при сжигании различных видов органического топлива

Топливо	Выброс CO ₂ , т CO ₂ /ТДж
Нефть, газовый конденсат	73,3
Автомобильный бензин	69,3
Дизельное топливо	74,1
Мазут топочный	77,4
Каменный уголь различных месторождений	90-95
Бурый уголь/Лигнит	101,0
Горючий сланец и битуминозные пески	107,0
Природный газ	54,4
Торф	106,0
Промышленные отходы	143,0
Дрова для отопления и древесные отходы	112,0
Древесный уголь	112,0

Таким образом, если Российская Федерация решит и дальше реализовать меры по сокращению выбросов ПГ, то наиболее успешными должны быть действия, направленные на дальнейшую газификацию экономики и сокращение потерь и утечек при операциях с любым видом органического топлива [4].

Библиографический список

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. – Москва: Росгидромет. - 2017. - С.70.
2. Как Россия выполняет условия Парижского соглашения [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа: <https://www.dw.com/ru/chto-grozit-rossii-iz-za-imitacii-raboty-po-parizhskomu-soglasheniju/a-55912915> /, свободный (дата обращения: 12.09.2022).
3. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990-2019 гг. Росгидромет, РАН. Москва: - 2020. - С. 476.
4. Аналитический доклад «Риски реализации Парижского климатического соглашения для экономики и национальной безопасности России». Москва: ИПЕМ. - 2020. - С. 117.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В КОНВЕРТЕРНОЙ СПОКОЙНОЙ СТАЛИ

Есмаков Е.М., Есмакова А.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Уманский А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: umanskii@bk.ru*

На основании проведенных исследований установлены закономерности изменения загрязненности неметаллических включениями стали 3сп по стадиям ее производства в кислородно-конвертерном цехе АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Определено и обосновано содержание углерода и марганца в стали на выпуске из конвертера на ее загрязненность оксидными включениями.

Ключевые слова: неметаллические включения, окисленность, сталь, раскисление, химический состав

Загрязненность неметаллическими включениями является одной из наиболее значимых характеристик качества стали вне зависимости от способа ее производства и химического состава. Несмотря на значительное количество работ, посвященных процессам образования неметаллических включений [1-3], исследования в данном направлении продолжают оставаться актуальными. Это обусловлено отсутствием среди исследователей единого мнения, как о природе образования и трансформации включений различных видов, так и об их влиянии на качество и свойства стальных изделий.

В данной работе проведены исследования неметаллических включений на различных стадиях производства в кислородно-конвертерном цехе №2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК»:

- в жидкой стали после окончания продувки (при повалке конвертера);
- в жидкой стали после раскисления в сталерзаливочном ковше;
- в жидкой стали после обработки на агрегате «ковш-печь»;
- в непрерывнолитых заготовках.

В качестве объекта исследования использовали сталь марки 3сп. Отбор проб жидкого металла на первых трех вышеприведенных стадиях производства (из конвертера при повалке и из сталеразливочного ковша после раскисления и после обработки на агрегате «ковш-печь») производили с использованием одноразовых погружных пробоотборников «ЕВРАЗСАМП ES». Для отбора проб от непрерывнолитых заготовок использовалась следующая методика. От хвостовой части непрерывнолитых заготовок сечением 150×150 мм с помощью пил холодной резки отрезали пробы шириной порядка 200 мм, из которых, затем, проводили вырезку темплетов. После чего из различных зон полученных темплетов вырезали образцы, что имело целью нивелировать влияние режимов охлаждения в процессе непрерывной

разливки стали, а также большого и малого радиусов МНЛЗ. Следует отметить, что рассматриваемая сортовая МНЛЗ кислородно-конвертерного цеха №2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК» конструктивно является 8-ми ручьевой машиной криволинейного типа с радиусами изгиба заготовки 12 м и 22 м.

Количественный анализ неметаллических включений на пробах, отобранных в конвертере и сталеразливочном ковше, а также на пробах, отобранных от непрерывнолитых заготовок, проводили с использованием стандартной методики металлографического анализа рекомендованной ГОСТ 1778-70 для исследования микроструктуры литой (недеформированной) стали (методика Л2 согласно 1778-70). Загрязненность включениями плавки определяется по формуле:

$$И = \frac{b \cdot \sum a_i \cdot m_i}{l}$$

где b – цена деления окулярной шкалы при данном увеличении в мкм;

a_i – среднее значение размеров включений в делениях окулярной шкалы;

m_i – количество включений данной группы;

l – длина подсчета в мкм.

Загрязненность шлифов оценивали по кислородным включениям.

Анализ вида неметаллических включений в непрерывнолитых заготовках проводили с использованием стандартной методики ГОСТ 1778-70. Для исследований использовали металлографический микроскоп OLIMPUS GX-51.

Проведенный анализ изменения абсолютного количества оксидных неметаллических включений по рассмотренным стадиям производства показал их увеличение после проведения раскисления с последующим снижением после обработки на АКП и некоторым увеличением в непрерывнолитых заготовках (рисунок 1).

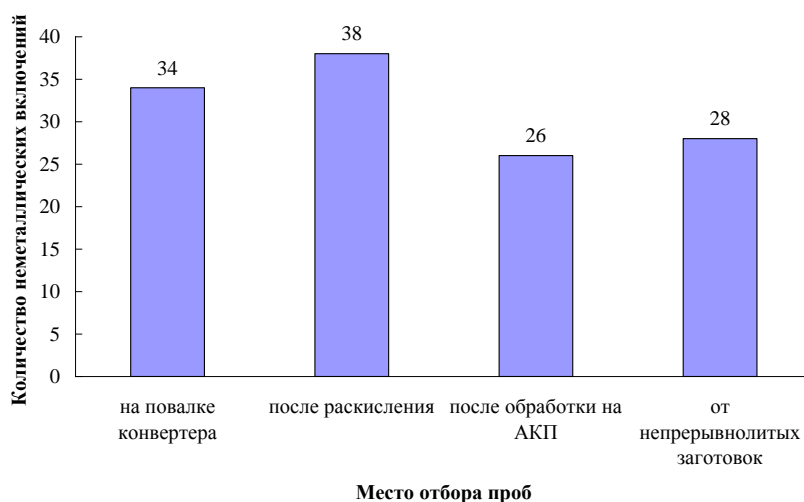


Рисунок 1 – Динамика изменения загрязненности стали неметаллическими включениями по стадиям производства в конвертерном цехе

Известно, что содержание неметаллических включений в металле перед раскислением зависит от соотношения их прихода и расхода по ходу плавки. По ходу продувки основными источниками поступления в металл оксидных включений являются: частицы, вносимые чугуном и скрапом, продукты разрушения футеровки, конденсированные продукты реакций окисления примесей чугуна (SiO_2 , MnO , FeO), эмульгированные в металле частицы шлака (в результате механического перемешивания шлака с металлом струей кислорода и пузырями CO). При этом одновременно с загрязнением металла протекает противоположный процесс – очищение стали от включений в результате ассимиляции быстро всплывающими крупными каплями шлака взвешенных в ванне мелких частичек («промывание» металла шлаком) и флотирующего действия пузырей CO («прилипание» частичек к пузырям). В результате протекания реакций раскисления закономерно происходит увеличение количества оксидных включений, и степень этого увеличения изменяется симбатно $[\text{O}]$ перед раскислением. Используемая при обработке на АКП продувка инертным газом приводит к достаточно заметному снижению количества неметаллических включений, что объясняется флотирующим действием пузырьков используемого газа. В процессе транспортировки металла в сталеразливочном ковше от АКП до МНЛЗ происходит некоторое увеличение количества оксидных включений, что обусловлено протеканием реакций вторичного окисления.

По полученным данным основными видами неметаллических включений в непрерывнолитых заготовках являются оксиды точечные (рисунок 2). Установлено, что на снижение загрязненности оксидными включениями значимое влияние оказывает повышение содержания углерода и марганца на выпуске из конвертера (рисунки 3 и 4).



Рисунок 2 – Характерные неметаллические включения в непрерывнолитых заготовках стали 3сп

Полученный характер влияния содержания углерода в стали на загрязненность неметаллическими включениями объясняется тем, что концентра-

ция и активность кислорода в конвертерной стали в конце продувки повышаются при уменьшении содержания углерода в расплаве. Влияние марганца связано с замедлением процесса кипения в конце продувки при низком (менее 0,08-0,10 %) [4-5] содержании углерода. Увеличение содержания марганца в стали в конце продувки обуславливает снижение концентрации кислорода, так зависимость между активностью закиси железа в шлаке и содержанием марганца в металле является обратной [6-7].

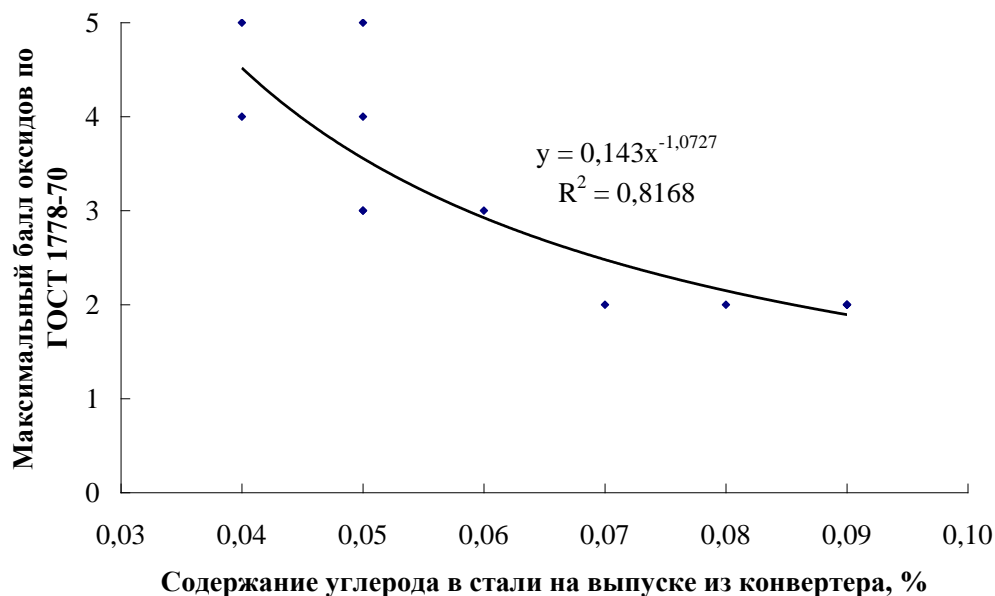


Рисунок 3 – Влияние содержания углерода в стали Зсп на выпуске из конвертера на загрязненность неметаллическими включениями

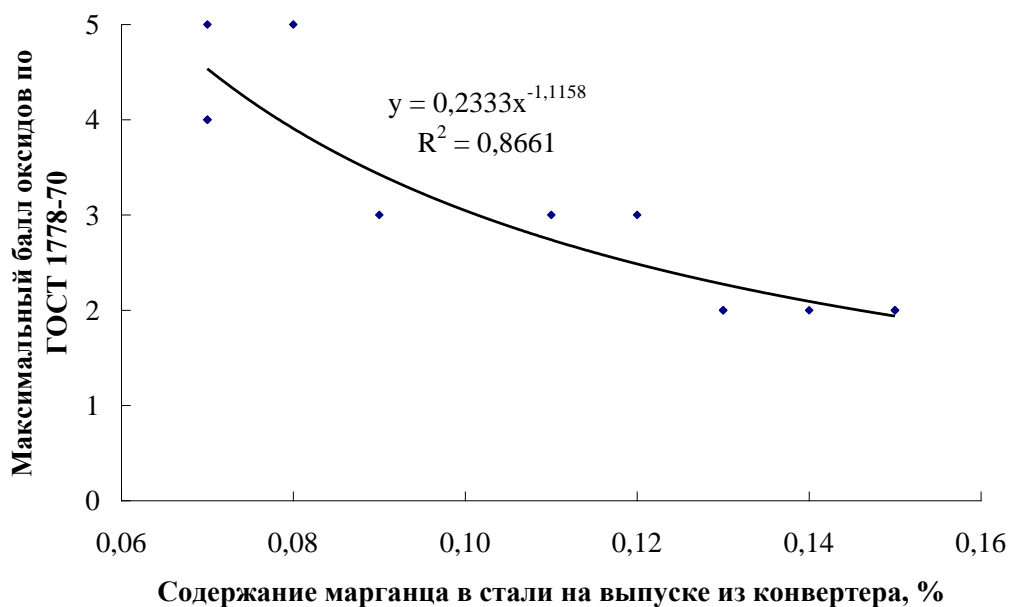


Рисунок 4 – Влияние содержания марганца в стали Зсп на выпуске из конвертера на загрязненность неметаллическими включениями

Библиографический список

1. Голубцов В.А. Теория и практика введения добавок в сталь вне печи / В.А. Голубцов. – Челябинск, 2006. – 423 с.
2. Явойский В.И. Генезис формирования неметаллических включений при кристаллизации / В.И. Явойский, С.А. Близнюков, Л.С. Горохов. // Исследование и пути совершенствования процессов производства стали – М.: Металлургия, 1970. – С. 4-17.
3. Губенко С.И. Трансформация неметаллических включений / С.И. Губенко. – М.: Металлургия, 1991. – 224 с.
4. Назюта Л.Ю. Анализ окисленности конечного металла при выплавке стали в большегрузных конвертерах / Л.Ю. Назюта, В.С. Денисенко // Вестник Приазовского государственного технического университета. – 2011. – Вып.22. – С. 68-76.
5. Баптиманский В.И. Теория кислородно-конвертерного процесса / В.И. Баптиманский. – М.: Металлургия, 1975. – 376 с.
6. Бойченко Б.М. Конвертерное производство стали: теория, технология, качество стали, конструкции агрегатов, рециркуляция материалов и экология: учебник / Б.М. Бойченко, В.Б. Охотский, П.С. Харлашин. – Днепропетровск: Днепр-ВАЛ, 2006. – 454 с.
7. Шишкин Ю.И. Теория и технология конвертерных процессов / Ю.И. Шишкин, А.К. Торговец, О.А. Григорова. – Алматы: Ғылым, 2013. – 192 с.

УДК 669.184

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫПЛАВКИ, ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ И РАЗЛИВКИ СТАЛИ НА КАЧЕСТВО СЛИТКОВ

Есмаков Е.М.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Уманский А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, e-mail: umanskii@bk.ru*

Комплексными статистическими исследованиями установлены закономерности влияния параметров выплавки, внепечной обработки и разлива стали 3пс в изложницы на качество слитков и получаемых из них заготовок.

Ключевые слова: выплавка стали, кислородный конвертер, разлива в изложницы, качество макроструктуры, поверхностные дефекты

Одной из основных тенденций современного этапа развития черной металлургии является постоянное повышение требований к качеству стали и готового металлопроката. Процессы формирования качества стали связаны с

совокупным воздействием значительного числа технологических параметров, зачастую имеющих тесную взаимосвязь. Поэтому определение оптимального интервала изменения конкретных технологических параметров, обеспечивающих снижение уровня отбраковки стальной металлопродукции, является сложной задачей. На практике для обоснованного выбора направлений по оптимизации технологии производства стали с целью повышения ее качества необходимо использовать современные методы статистической обработки данных.

В представленной работе с использованием метода множественного регрессионного анализа проведены исследования влияния технологических параметров выплавки, внепечной обработки и разливки стали в изложницы в условиях кислородно-конвертерных цехов АО «ЕВРАЗ ЗСМК». В качестве объекта исследований использовали случайную выборку из 200 плавки стали марки Зпс, произведенных в кислородно-конвертерных цехах №1 и №2 (ККЦ-1 и ККЦ-2). Выбор указанной марки стали обусловлен ее наибольшей долей в общем производстве слитков, разлитых в изложницы. В качестве параметров оптимизации выбрали: отбраковку заготовок, прокатанных из слитков, по рванинам и дополнительную обрезь слитков из-за наличия внутренних дефектов (расслой, жидкий шлак, рыхлость).

Для анализа выбраны следующие технологические параметры производства стали:

- доля чугуна и оборотного лома в металлозавалке;
- температура выпуска стали из конвертера;
- расход шлакообразующих материалов при выплавке стали (известь, флюсы);
- расход кислорода на продувку;
- расход шлакообразующих при выпуске стали в ковш;
- показатели качества извести (потери при прокаливании (ППП), содержание Сао и серы);
- химический состав стали на выпуске и готовой стали;
- длительность продувки аргоном (азотом) и расход газа на продувку;
- температура разливки стали;
- продолжительность разливки стали и выдержки в ковше;
- продолжительность выдержки составов;
- продолжительность «искрения» металла при разливке слитков;
- продолжительность разливки стали с пониженной скоростью («подушка»).

По полученным данным повышение доли оборотного лома в металлозавалке и увеличение отношения Mn/S в стали снижает отбраковку заготовок по рванинам, а повышение показателя PPP извести увеличивает брак по данному виду поверхностных дефектов.

Уравнение регрессии для плавки ККЦ-1:

$$B_{PB} = -1,147 - 0,019 \cdot (D_{OL}) + 0,231 \cdot (ППП_{ИЗВ}) - 0,063 \cdot (Mn/S),$$

где B_{PB} – отбраковка заготовок по рванинам, т/плавка;
 D_{OL} – доля оборотного лома в металлозавалке, %;
 $ППП_{ИЗВ}$ – потери при прокаливании извести, %;
 Mn/S – отношение марганца к сере в готовой стали.

Аналогичное уравнение для плавок ККЦ-2:

$$B_{PB} = -1,492 - 0,017 \cdot (D_{OL}) + 0,244 \cdot (ППП_{ИЗВ}) - 0,048 \cdot (Mn/S).$$

Влияние доли оборотного лома в металлозавалке на образование поверхностных дефектов заготовок связано с тем фактом, что указанный лом содержит меньшее количество вредных примесей по сравнению с амортизационным (копровым) ломом. К указанным вредным примесям относятся примеси цветных металлов, сера, фосфор, водород. Проведенным анализом показано, что содержание примесей цветных металлов в стали не оказывает значимого влияния на отбраковку заготовок, что связано с их низким абсолютным содержанием. Также по результатам проведенного анализа не выявлено значимого влияния на отбраковку заготовок концентраций фосфора и серы в готовой стали (опосредованное влияние концентрации серы на качество поверхности заготовок проявляется в установленном значимом влиянии показателя Mn/S). Таким образом, влияние доли оборотного лома в металлозавалке на качество поверхности заготовок с наибольшей вероятностью связано с высокой концентрацией водорода в амортизационном (копровом) ломе в виде ржавчины. Имеются данные, что в металлоломе, покрытом слоем ржавчины, содержание водорода может на несколько порядков превышать концентрацию водорода в чистом металлическом ломе [1].

Влияние показателя $ППП$ извести на качество поверхности заготовок также связано с содержанием водорода. Потери при прокаливании определяются содержанием в извести CO_2 и H_2O , при этом CO_2 , очевидно, не оказывает отрицательного воздействия на качество стали. Согласно существующей технологии выплавки стали в кислородно-конвертерных цехах АО «ЕВРАЗ ЗСМК» известь вносится не только по ходу продувки, но и дополнительно в сталеразливочный ковш при выпуске. При этом если водород, внесенный известью во время продувки, хорошо удаляется за счет кипения ванны металла, то водород, внесенный известью во время выпуска стали, практически не удаляется в газовую фазу, в результате чего концентрация водорода в расплаве значительно увеличивается.

Механизм влияния отношения Mn/S в стали на качество поверхности заготовок объясняется нейтрализующим действием марганца на серу [2]. Марганец обладает большим химическим сродством к сере по сравнению с железом, в результате чего происходит разрушение легкоплавких эвтектик FeS , температура плавления которых ниже температуры горячей прокатки, и образование тугоплавкого сульфида марганца MnS [3-4]. Указанная химиче-

ская реакция приводит к устранению хрупкости стали (красноломкости) при прокатке слитков и обуславливает снижение количества рванин на поверхности слитков и заготовок.

Совокупный коэффициент детерминации составили: $k_{\text{COB}} = 0,305$ для плавов ККЦ-1 и $k_{\text{COB}} = 0,279$ для плавов ККЦ-2. То есть суммарная относительная степень влияния рассматриваемых технологических параметров выплавки стали на отбраковку заготовок по рванинам составила 30,5 % и 27,9 % для плавов ККЦ-1 и ККЦ-2 соответственно.

Установлено, что повышение температуры разливки слитков и продолжительности «искрения» слитков в рассматриваемых интервалах изменения данных параметров снижают дополнительную обрезь слитков по внутренним дефектам, а увеличение продолжительности разливки плавки способствуют увеличению дополнительной обрезки со слитков.

Уравнение регрессии для плавов ККЦ-1:

$$D_B = 73,425 - 0,047 \cdot (t_{\text{РАЗЛ}}) + 0,037 \cdot (T_{\text{РАЗЛ}}) - 0,021 \cdot (T_{\text{ИСКР}}),$$

где D_B – дополнительная обрезь слитков по внутренним дефектам, т/плавка;

$t_{\text{РАЗЛ}}$ – температура разливки стали, °С;

$T_{\text{РАЗЛ}}$ – продолжительность разливки плавки, мин.;

$T_{\text{ИСКР}}$ – длительность «искрения» слитков при разливке, сек.

Уравнение регрессии для плавов ККЦ-2:

$$D_B = 54,232 - 0,035 \cdot (t_{\text{РАЗЛ}}) + 0,043 \cdot (T_{\text{РАЗЛ}}) - 0,019 \cdot (T_{\text{ИСКР}}).$$

Механизм влияния температуры разливки на дополнительную обрезь слитков заключается в следующем. При пониженной температуре разливки повышается вязкость стали, в результате чего затрудняется процесс всплывания неметаллических включений с последующим их удалением при технологической обрезки головной части слитка. В соответствии с известными закономерностями затвердевания стали [5] неметаллические включения имеют свойство концентрироваться в образующихся внутренних несплошностях слитка, которые в слитках полуспокойной стали расположены до уровня 35-45 % высоты слитка. Неметаллические включения, представляющие собой, как правило, сложные оксиды имеют низкую температуру плавления и при температурах прокатки слитков находятся в жидкой фазе [6]. В результате при технологической обрезки слитков после прокатки на блюминге обнаруживается, так называемый «жидкий шлак», представляющий собой скопление неметаллических включений в расплавленном состоянии. Выход на поверхность торца раската «жидкого шлака» обуславливает необходимость дополнительной обрезки вплоть до полного удаления дефектного участка. В ряде случаев неметаллические включения находятся в твердой фазе и тогда причина дополнительной обрезки фиксируется, как раслой или рыхлость. При отсутствии значительных скоплений неметаллических включений рас-

слой и рыхлость в процессе прокатки на блюминге полностью завариваются и необходимость дополнительной обрезки не возникает.

Механизм влияния продолжительности разливки на дополнительную обрезку аналогичен влиянию вышерассмотренного параметра с той разницей, что длительность разливки определяет не начальную, а конечную температуру разливки стали, то есть температуру разливки последних слитков.

Влияние длительности «искрения» (газовыделения) при разливке слитков полуспокойной стали на дополнительную обрезку объясняется тем фактом, что данный параметр служит показателем оптимальной степени раскисленности стали [7, 8]. В свою очередь от степени раскисленности полуспокойной стали напрямую зависит расположение усадочных пустот в слитке. При нормальной раскисленности, когда интенсивность газовыделения достаточна, над усадочной раковиной формируется «мост» пузыристого металла толщиной, достаточной для надежной изоляции раковины от атмосферы, благодаря чему последняя заваривается при прокатке. В случае перераскисления, показателем чего служит незначительная длительность «искрения» металла в изложнице, слитки получаются с незначительной толщиной «моста» и недостаточно изолированной усадочной раковиной, что ведет к появлению дополнительной обрезки.

Совокупный коэффициент детерминации составил: для плавов ККЦ-1 – $k_{\text{COB}} = 0,145$; для плавов ККЦ-2 – $k_{\text{COB}} = 0,132$. То есть суммарная относительная степень влияния вышеуказанных технологических параметров разливки стали на дополнительную обрезку по внутренним дефектам слитков составила 14,5 % и 13,2 % для плавов ККЦ-1 и ККЦ-2 соответственно.

Таким образом, на основании комплексных статистических исследований установлены закономерности влияния параметров производства стали 3пс на качество слитков и получаемых из них заготовок стали. Полученные уравнения регрессии позволяют выбрать направление по оптимизации технологии выплавки и разливки стали и прогнозировать изменение величины отбраковки заготовок, прокатанных из слитков, по рванинам и величины дополнительной обрезки слитков из-за наличия внутренних дефектов при варьировании технологических параметров производства стали.

Библиографический список

1. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали / В.А. Кудрин. – М.: «Мир», ООО «Издательство АСТ», 2003. – 528 с.
2. Кекух А.В. Энерго- и металлосберегающие технологии при подготовке заготовок для переката на сортовых станах комбината «Криво-рождсталь» / А.В. Кекух [и др.] // Производство проката. – 2003. – №12. – С. 36-39.
3. Губенко С.И. Трансформация неметаллических включений / С.И. Губенко. – М.: Metallurgia, 1991. – 224 с.
4. Еланский Г.Н. Строение и свойства металлических расплавов

[Текст] / Г. Н. Еланский, Д. Г. Еланский. – М.: МГВМИ, 2006. – 228 с.

5. Власов Н.Н. Разливка черных металлов / Н.Н. Власов, В.В. Король, В.С. Радя. – М.: Metallurgy, 1987. – 272 с.

6. Явойский В.И. Генезис формирования неметаллических включений при кристаллизации / В.И. Явойский, С.А. Близнюков, Л.С. Горохов // Исследование и пути совершенствования процессов производства стали – М.: Metallurgy, 1970. – С. 4-17.

7. Ефимов В.А. Разливка и кристаллизация стали / В.А. Ефимов – М.: Metallurgy, 1976. – 552 с.

8. Китаев Е.М. Затвердевание стальных слитков / Е.М. Китаев – М.: Metallurgy, 1982. – 168 с.

УДК 669.184

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ СЛИТКОВ КОНВЕРТЕРНОЙ СТАЛИ

Есмакова А.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Уманский А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: umanskii@bk.ru*

Проведенными в условиях АО «ЕВРАЗ ЗСМК» исследованиями установлены закономерности развития физической и химической неоднородности по высоте крупнотоннажных слитков конвертерной стали марки 20кп.

Ключевые слова: ликвация, микроструктура, конвертерная сталь, нагрева слитков, разливка стали

На нынешнем этапе развития черной металлургии технология разлива стали в изложницы однозначно считается устаревшей, поскольку обладает рядом существенных недостатков по сравнению с непрерывной разливкой стали. К указанным недостаткам, прежде всего, следует отнести повышенную величину отходов на переделе сталь-прокат, низкое качество поверхности и внутренней структуры получаемых слитков, неоднородность механических свойств металла по высоте слитков вследствие значительного развития физической и химической неоднородности [1, 2]. По этой причине в развитых странах доля стали, разливаемой непрерывным способом, приближается к 100%. В России тенденция к переводу металлургических заводов на непрерывную разливку также имеет место, но в силу объективных экономических причин происходит значительно медленнее.

К текущему моменту в отечественной металлургии доля стали, разлитой на МНЛЗ, составляет порядка 80%, то есть значительное количество ста-

ли по-прежнему разливается в изложницы сверху. Указанный факт свидетельствует об актуальности проведения исследований процессов формирования структуры и качества слитков при их разливке в изложницы. В представленной работе проведены исследования химической и физической неоднородности по высоте крупнотоннажных слитков (массой 11,5 т), разливаемых в условиях кислородно-конвертерного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК».

Процессы формирования неоднородности в слитках в процессе их кристаллизации напрямую связаны с режимами их транспортировки от разливочной площадки в обжимные цеха и последующего нагрева под прокатку в обжимных цехах [3, 4]. В соответствии с технологией, принятой в АО «ЕВРАЗ ЗСМК», в зависимости от времени транспортировки слитков и соответственно от температуры посады слитков в нагревательные колодцы обжимного цеха реализуются два варианта нагрева слитков: режим нагрева слитков горячей посады (при температуре посады от 400°C до 875°C) и режим нагрева слитков с повышенным теплосодержанием (при температуре посады от 885°C до 930°C). Отличительной особенностью режима нагрева слитков с повышенным теплосодержанием является наличие периода без подачи топлива на нагрев (таблица 1) и значительно меньшая (на величину порядка 2 ч) общая продолжительность нагрева.

Таблица 1 – Параметры режимов нагрева слитков с повышенным теплосодержанием

Температура посады слитков, °С	930	925	920	915	910	905	900	895	885
Общая продолжительность нагрева, час-мин	3-25	3-20	3-05	3-00	2-50	3-00	3-15	3-30	3-50
Продолжительность режима с подачей топлива	2-50	2-50	2-40	2-40	2-50	3-00	3-15	3-30	3-50
Продолжительность режима без подачи топлива («байпас»)	0-35	0-30	0-25	0-20	-	-	-	-	-

В соответствии с вышесказанным исследовали физическую и химическую неоднородность в слитках, нагретых с использованием различных режимов. Отбор проб проводили от головной части заготовок, прокатанных из слитков стали марки 20п – каждая заготовка соответствовала определенному уровню от головной части слитка. Для минимизации влияния условий разливки в качестве объекта исследований использовали слитки одной плавки, для минимизации влияния теплотехнических условий – нагрев опытных слитков проводили в одной и той же ячейке нагревательных колодцев. Исследование физической неоднородности проводили с использованием металлографического анализа микроструктуры. В качестве показателя, харак-

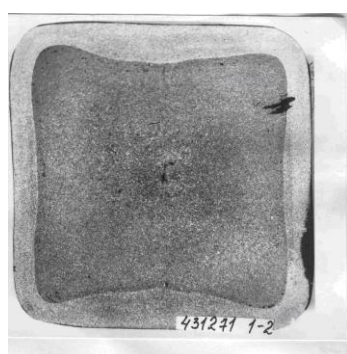
теризующего химическую неоднородность, использовали степень ликвации, определяемую по формуле:

$$Л = \frac{C - C_K}{C_K} \cdot 100\%,$$

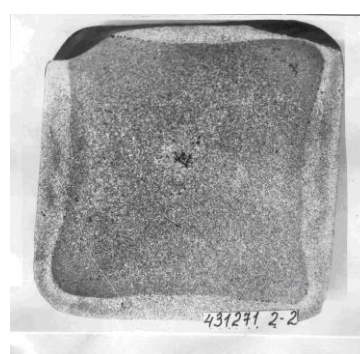
где C – содержание химического элемента в пробе от заготовки, %;

C_K – содержание химического элемента в ковшевой пробе, %.

По полученным данным микроструктура слитков, нагретых по различным технологиям, не имеет существенных отличий (рисунки 1-3). При этом, в головной части слитков имеет значительное развитие центральная пористость (рисунок 1), в центральной части слитков – точечная неоднородность (рисунок 2), в донной части слитков металл плотный и не имеет видимых дефектов (рисунок 3).



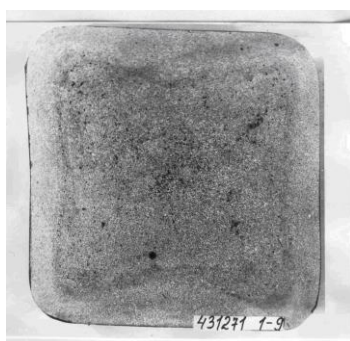
а



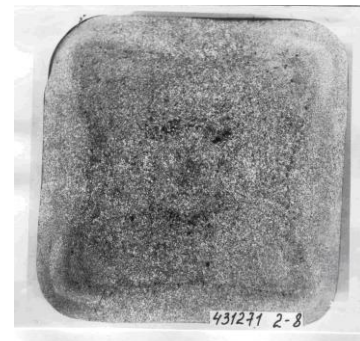
б

а – слиток, нагретый по технологии для слитков горячего посада;
б – слиток, нагретый по технологии для слитков с повышенным теплосодержанием

Рисунок 1 – Центральная пористость в заготовках, прокатанных из головной части слитков стали 20кп



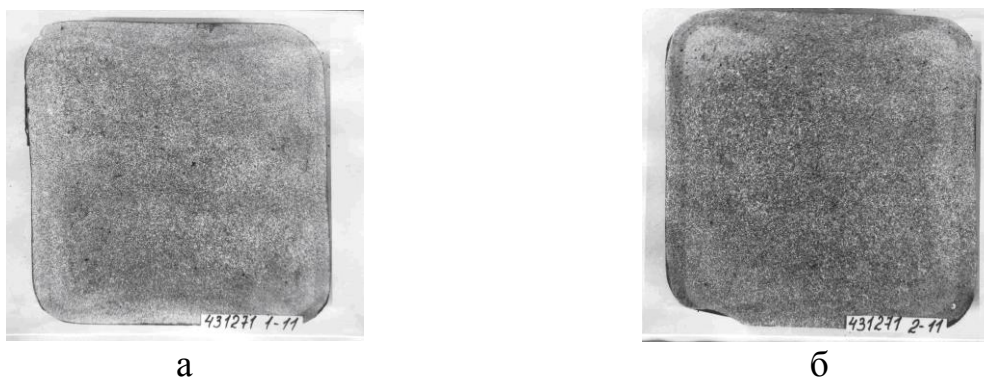
а



б

а – слиток, нагретый по технологии для слитков горячего посада;
б – слиток, нагретый по технологии для слитков с повышенным теплосодержанием

Рисунок 2 – Точечная неоднородность в заготовках, прокатанных из центральной части слитков стали 20кп



а – слиток, нагретый по технологии для слитков горячего посада;
 б – слиток, нагретый по технологии для слитков с повышенным теплосодержанием

Рисунок 3 – Микроструктура заготовок, прокатанных из донной части стали 20кп

Исследованиями развития химической неоднородности показано, что вне зависимости от технологии нагрева слитков имеет место следующий характер ликвации основных химических элементов (рисунки 4, 5): в головной части слитков наблюдается положительная ликвация (до уровня порядка 2/3 от верхнего торца слитка), которая затем переходит в отрицательную ликвацию в донной части слитка.

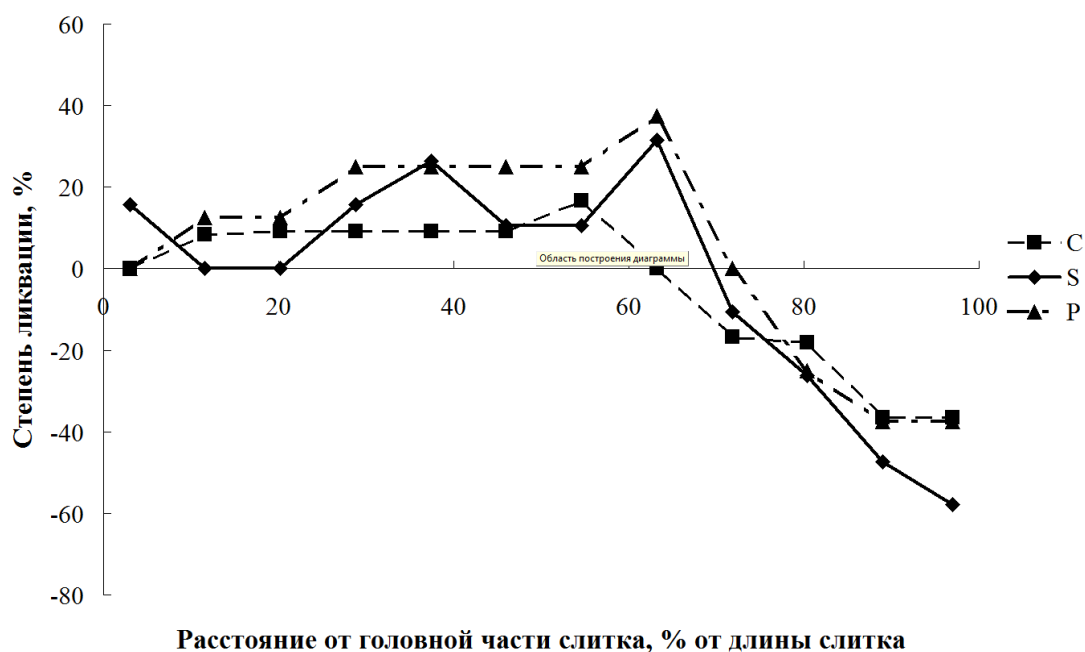


Рисунок 4 – Степень ликвации основных химических элементов по высоте слитков стали 20кп, нагретых по технологии для слитков горячего посада

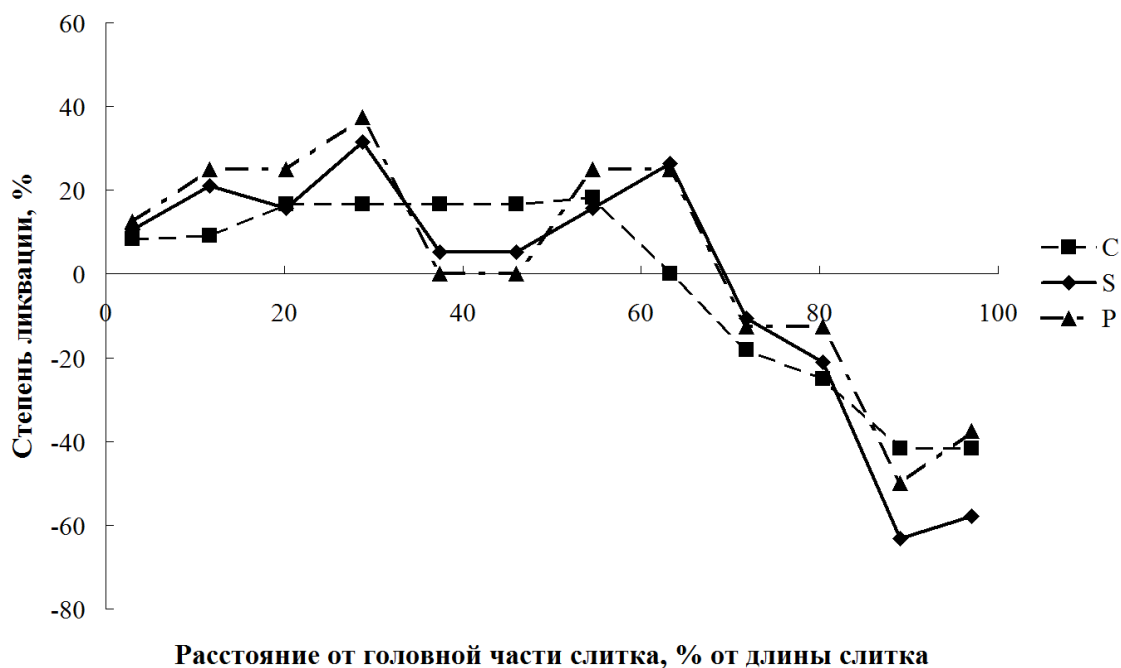


Рисунок 5 – Степень ликвации основных химических элементов по высоте слитков стали 20кп, нагретых по технологии для слитков с повышенным теплосодержанием

При этом максимальная степень положительной и отрицательной ликвации практически не зависит от технологии нагрева слитков и составляет: +18 % и -42% по углероду; +32 % и 63 % по сере; +38 % и -50 % по фосфору.

Таким образом, на основании исследований, проведенных в условиях АО «ЕВРАЗ ЗСМК» установлены закономерности изменения структуры и химического состава металла по высоте крупнотоннажных слитков стали 20кп.

Библиографический список

1. Смирнов А.Н. Непрерывная разливка / А.Н. Смирнов, С.В. Куберский, Е.В. Штепан. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – 428 с.
2. Либерман А.Л. Непрерывная разливка стали – современное состояние и перспективы развития / А.Л. Либерман, В.Я. Генкин // Электromеталлургия. – 2002. – № 1. – С. 23-32.
3. Китаев Е.М. Затвердевание стальных слитков / Е.М. Китаев – М.: Металлургия, 1982. – 168 с.
4. Писаренко В.Г. Влияние технологических факторов прокатного производства на дефектность заготовок сортамента обжимных цехов комбината «Криворожсталь» / В.Г. Писаренко [и др.] // Производство проката. – 2004. – №10. – С. 27-32.

МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ЕВРАЗ ЗСМК ДЛЯ СТОЧНЫХ ВОД

Челищев А.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: xeramh@ya.ru*

Рассматривается монтаж технологического оборудования очистных сооружений ЕВРАЗ ЗСМК для сточных вод для перехода на замкнутый цикл водопользования при производстве стали. В результате реализации этого природоохранного проекта комбинат полностью прекратит сброс сточных вод в озеро Узкое.

Ключевые слова: металлургия, вода, окружающая среда, биореактор, водооборот, мембранный, завод.

Металлургическая промышленность делится на две большие группы – черная и цветная. К первой относится выпуск следующей продукции:

- Чугун – литейный и передельный. Сточные воды содержат разные загрязнения – взвешенные вещества, кислоты и цианиды. При производстве ферромарганца также повышается щелочность, добавляются сульфаты и хлориды. Как правило, очистка выполняется путем отстаивания и нейтрализации.

- Сталь. Вода используется для охлаждения оборудования и очистки газов. Стоки обычно отличаются высокой жесткостью и повышенным содержанием взвеси. Для очистки применяются различные методы – отстаивание, флотация. Используются различные фильтры.

К цветной металлургии относятся различные заводы:

- Цинковые. Жидкость применяется в различных цехах, обычно в стоках расположены типовые загрязнения – взвеси, медь, цинк и хлориды.

- Свинцовые. Стоки образуются в результате охлаждения кессонов и газоочистки. Как правило, в такой жидкости повышено содержание сульфатов и железа, меди, винца и грубодисперсных примесей.

- Медеплавильные. Как правило, сточные воды загрязняются во время обработки меди, охлаждения кессонов. Главным образом, содержатся несколько видов загрязнений – сульфаты и хлориды, железо, свинец и медь [5].

Сточные воды металлообрабатывающих предприятий обычно отличаются высоким содержанием взвешенных и растворенных веществ. Если учитывать сложный химический состав, можно определить, что для очистки требуется многоступенчатая обработка – загрязненная жидкость должна качественно перерабатываться. Современные методы очистки сточных вод на металлургических заводах предполагают использование различных соору-

жений – отстойников, фильтров или гидроциклонов. Кроме того, для выделения металлов может использоваться адсорбция, ионный обмен и ультрафильтрация. Оснащение предприятий металлургической промышленности современными высокотехнологичными очистными системами – это лучший способ сохранить окружающую среду и защитить природные ресурсы [4].

Правильное проектирование позволяет выполнять обработку стоков для металлургического завода качественно, с использованием подходящих очистных сооружений. В результате этого процесса на территории завода не остается продуктов переработки, которые могли бы загрязнять окружающую среду.

Впервые идея мембранных биореакторов была реализована в конце 1960-х годов, как только мембраны ультрафильтрации (УФ) и микрофильтрации (МФ) стали доступны не только для научного, но и для коммерческого использования. Оригинальный процесс был внедрен корпорацией Dorr-Olivier – они использовали сочетание активного ила и мембранной фильтрации. Плоские листы мембраны, применяемые в этом процессе, были полимерными, величина пор от 0,003 до 0,01 мкм. Хотя идея замены традиционного отстойника активного ила была привлекательной, было трудно оправдать применение такого сложного процесса для очистки сточных вод из-за трех факторов: высокой стоимости мембран, низкой экономической стоимости товара (серых стоков), а также быстрой потери производительности мембраны из-за загрязнения ее пор. Из-за низкой окупаемости всех мембранных биореакторов первого поколения они нашли применение только на очень малой доле очистных сооружений с особыми потребностями, например, на отдельно стоящих горнолыжных курортах [2].

Прорыв в развитии мембранных биореакторов произошел в 1989 году, когда корпорация «Ямамото» решила погрузить мембраны непосредственно в биореактор. До тех пор все мембранные биореакторы были разработаны с разделением устройств, и принцип их работы базировался на создании высокого трансмембранного давления для поддержания фильтрации, а это требовало поддержания большого расхода сточных вод.

Системы очистки с мембраной, погруженной в биореактор, работают при более низком расходе сточных вод и потребляют значительно меньшее количество энергии (энергопотребление может быть на два порядка ниже, чем у раздельных систем). В конфигурации с погружной мембраной важным параметром, влияющим на процесс очистки вод, является аэрация. Аэрация поддерживает твердые вещества в состоянии суспензии, очищает поверхности мембраны и обеспечивает кислородом биомассы, что приводит к лучшему биологическому разложению и клеточному синтезу [7].

Другим ключевым шагом в развитии последних мембранных биореакторов была идея использовать двухфазную пузырьковую жидкость для контроля загрязнения. Это позволило автоматизировать процессы очистки. Низкие эксплуатационные затраты, достигнутые при применении погружной

конфигурации мембранного биореактора, наряду с устойчивым снижением стоимости мембраны, привели к значительному росту применения установок с середины 1990-х годов. С того времени конструкцию постоянно модифицировали, применялись улучшенные типы мембраны, проводились эксперименты по подбору оптимальной скорости потоков сточных вод и аэрируемого воздуха с целью увеличить срок службы мембраны. В последние годы была разработана процедура более четкого контроля рабочих параметров, а также внедрена обратная промывка, которая позволяет мембранным биореакторам устойчиво функционировать и затрачивать небольшое количество энергии, около 0,3 кВт·ч на м³ продукта.

Тем не менее, несмотря на использование обратной промывки, производительность фильтрации мембранного биореактора неизбежно снижается в процессе эксплуатации. Это происходит из-за отложения растворимых и твердых частиц на и в мембране, что связано с взаимодействием между компонентами активного ила и мембраны. Это основной недостаток остается одной из наиболее сложных проблем, стоящих перед дальнейшим развитием мембранных биореакторов.

При любом мембранном фильтровании требуется периодическая чистка мембраны для восстановления ее исходных характеристик и снятия возможных органических и минеральных отложений. Промывка мембранного блока осуществляется с помощью циркуляционного насоса, который обеспечивает равномерное омывание мембран по всей их длине, что гарантирует одинаковую чистоту поверхности в любой точке. Промывка мембранного блока полностью автоматизирована. Она длится несколько часов и осуществляется несколько раз в год в качестве профилактической меры в автоматическом режиме [10].

Использование мембранных биологических реакторов в промышленном секторе, изменение погодных условий, засухи, повышение затрат на очистку и транспортировку воды, используемой на нужды водоснабжения, привели к переосмыслению водопользования. Все чаще в проектах водоснабжения и водоотведения различных объектов архитекторы и проектировщики предлагают в качестве водосберегающего мероприятия повторное использование воды [6]. Одной из технологий переработки сточных вод в «серые» воды, активно развивающейся в настоящее время, является очистка сточных вод мембранными биореакторами. Подобная вода считается в зарубежных стандартах достаточно чистой для использования при уборке помещений, смыва в унитазах и полива газонов.

Мембранный биореактор сочетает биологическую обработку активным илом с механической мембранной фильтрацией. Мембранный модуль используется для разделения иловой смеси и представляет собой альтернативу широко применяемому методу осаждения активного ила во вторичных отстойниках, используемую в традиционных системах биологической очистки в аэротенках.

При очистке бытовых сточных вод мембранные биореакторы могут производить «серые» воды достаточно высокого качества для того, чтобы их можно было сбросить в естественные водоемы или же использовать в системе орошения, предназначенной для полива городских зеленых насаждений [9]. Другие преимущества, которые отличают системы очистки с использованием мембранных биореакторов: компактный размер, поэтому их легко можно применить при модернизации старых очистных сооружений; возможность работы систем мембранных биореакторов при более высокой концентрации активного ила, а также, благодаря особенностям фильтрации с помощью мембран, исключить вынос активного ила в очищенные воды позволили добиться уменьшения объема биореактора без снижения его производительности.

Подобные системы очистки находят применение не только в масштабных проектах, но и в зданиях небольшой площади, имеющих подключение к городским системам водоснабжения и водоотведения – компактность систем с использованием мембранного биореактора позволяет размещать их в подвалах. Количество сточных вод на таких объектах достаточно для работы системы очистки, это не только экономит количество потребленной воды питьевого качества, но и снижает общую нагрузку на муниципальные системы канализации и городские очистные сооружения.

Существует два типа биореакторов:

- с внутренним расположением мембраны: погруженные в очищаемую воду мембраны являются неотъемлемой частью биологического реактора;
- внешним расположением мембран: мембраны отделены от технологических емкостей и требуют установки промежуточных перекачивающих насосов.

Схема очистки с помощью мембранного биореактора способна отфильтровать из сточных вод твердые вещества, болезнетворные микроорганизмы и вирусы. Последние технические инновации и значительное снижение стоимости мембран привели к росту популярности мембранных биореакторов. Их применяют для обработки и повторного использования как бытовых, так и промышленных сточных вод. Об успешном применении данной технологии свидетельствует тот факт, что на рынке появляются новые типоразмеры мембранных реакторов, а также увеличивается мощность этих устройств [4].

При использовании технологии МБР необходимо уделить особое внимание механической очистке для предупреждения засорения мембран мелкими отбросами. Некоторые авторы рекомендуют использовать решетки с прозором не более 2 мм, однако опыт работы с МБР АО «МАЙ ПРОЕКТ» и литературные данные показывают, что экономически обосновано применять сита с прозорами от 0,5 до 1,0 мм. В практике эксплуатации МБР на европейских очистных сооружениях канализации с решетками с прозором 3 мм

зафиксировано забивание мембран мелким мусором. Например, на одной из первых крупных установок МБР в коммунальном секторе в г. Брешия (Brescia), Италия, перед мембранным биореактором установлены грубые решетки с прозором 30 мм, аэрируемые горизонтальные песколовки и тонкие решетки (2,0 мм); на ОСК г. Траверс Сити (Traverse City), США, эксплуатируются решетки 6 мм, первичные отстойники и решетки 2 мм; на объекте г. Шилд (Schilde), Бельгия, эксплуатируются барабанные сита с прозором 1 мм, в г. Варссевельд (Varsseveld), Нидерланды, решетки 6 мм, аэрируемые песколовки, сита 0,8 мм. Наилучшее состояние мембран по засоренности мелким мусором отмечено на последнем объекте, в Нидерландах, и это напрямую связано с прозором сит механической очистки [1].

Также распространение данных систем обусловлено ростом спроса на LEED-сертифицированные здания. Рециркуляция воды вносит существенный вклад в достижение цели строительства экологически безопасных зданий, не наносящих вред окружающей среде. Данного мнения придерживается Green Building Council, которая администрирует программу LEED в США [3].

Действительно, огромные энергетические и строительные ресурсы тратятся на то, чтобы транспортировать сточные воды к очистным сооружениям, очищенные сточные воды затем сбрасываются в реки, из рек вода снова забирывается, повторно очищается в системах водоподготовки, затем транспортируется к потребителю с помощью энергозатратных насосных установок [8]. Получается, что мы прилагаем много сил и тратим впустую ресурсы только для того, чтобы перегонять значительное количество воды на большие расстояния, вместо того чтобы сразу на месте ее очистить и использовать.

Одна из ее ключевых целей – переход на замкнутый цикл водопользования при производстве стали. В результате реализации этого природоохранного проекта комбинат полностью прекратит сброс сточных вод в озеро Узкое, а вся очищенная вода будет возвращаться на производство. Таким образом в результате многоступенчатой очистки вода будет соответствовать требуемым нормативам ПДК по всем веществам. Производительность очистных сооружений составит 600 кубометров в час. Снижение сброса сточных вод в водные объекты города обеспечивается за счет организации замкнутого водооборотного цикла. После реализации всех намеченных мероприятий комбинат сократит сброс сточных вод еще на 10,3 млн. кубометров.

В зависимости от технологических задач мембранный биореактор может использоваться как на этапе финишной очистки (до стадии обеззараживания), так и для предочистки перед нанофильтрацией и обратным осмосом при необходимости обессоливания очищенной воды.

Библиографический список

1. Очистка сточной воды с применением технологии MBR (мембранный биореактор). Хасанова Залия Рустемовна, Накипов Анис Раянович, Казанский государственный энергетический университет Казань,

2017 г.

2. Использование мембранного биореактора при очистки сточных вод. Мамедова Ф.М., Гусейнова М.А., Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, 2019г.

3. Гальперин А.М. Техногенные массивы и охрана природных ресурсов : учебное пособие для вузов. Т. 2 : Старые техногенные нагрузки и наземные свалки / А.М. Гальперин, В. Фёрстер, Х.-Ю. Шеф. – Москва.: МГГУ, 2006. – 259 с.

4. Основы гидрометаллургии : учебное пособие для вузов / И.Ю. Кольчурина, О.И. Нохрина, В.В. Руднева, В.М. Федотов ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк, 2008. – 225 с.

5. Материальный и тепловой баланс конвертерной плавки с использованием твердых бытовых отходов : метод. указания / Е.В. Протопопов, Л.А. Ганзер, А.Н. Калиногорский. – Новокузнецк: СибГИУ, 2008. – 47 с. Малоцементные и бесцементные вяжущие и мелкозернистые бетоны различного назначения из вторичных минеральных ресурсов : [учебное пособие для вузов] / С. И. Павленко, М. В. Луханин, Е. Г. Аввакумов, Е. В. Корнеева ; под ред. Е. Г. Аввакумова. – Новосибирск : СО РАН, 2010. – 300 с.

6. Горбунова О.А. Освоение подземного пространства при утилизации техногенных отходов. Ч.1 : Заполнение выработанного пространства твердеющей закладкой на основе отходов обогащения / О.А. Горбунова. – Москва : МГГУ , 2010. – 97 с. : ил. – (Экология горного производства). – Библиогр.: с. 87-97. 20. Справочник "Минеральные ресурсы мира", т.2 (хроника текущих событий), 2001.

7. Роев Г.А. Очистные сооружения. Охрана окружающей среды - Москва: Недра, 1993.

8. Минаков В.В., Кривенко С.М., Никитина Т.О. Новые технологии очистки от нефтяных загрязнений // Экология и промышленность России. - 2002.

9. Лапицкая М.П., Зуева Л.И., Балаескул Н.М., Кулешова Л.В. Очистка сточных вод. - Минск : Высшая школа, 1983. – 256 с.

10. Яковлев С.В., Корелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Очистка производственных сточных вод. – Москва: Стройиздат, 1985. – 336 с.

ДРЕВЕСНОУГОЛЬНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

Антонюк А.Е., Михайличенко Т.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, Россия, antonyuk_antonyuk00@mail.ru*

В работе рассмотрены история вопроса и преимущества древесно-угольной металлургии. Приведён мировой объём производства и экспорта чугуна в Бразилии и России в 2013 году. Представлены отличительные особенности доменной плавки на древесном угле. Оценены показатели работы бразильских доменных печей на древесном угле. Проанализированы российские перспективы на мировом рынке.

Ключевые слова: древесный уголь, биотопливо, металлургия, доменная печь, чугун.

Использование древесного угля в качестве твёрдого топлива в металлургии известно давно. Древесный уголь на протяжении столетий был основным сырьём для металлургического производства. В середине XVIII века англичане, испытывая недостаток лесных угодий, придумали технологию использования каменного угля для выплавки металла. С тех пор доля биопродукта в металлургии резко упала. Однако он сохранил свой приоритет в ряде регионов и металлургических технологий, особенно восстанавливающих. Многие предприятия продолжают применять черное биотопливо в производстве чугуна, ферросплавов, свинца, алюминия, меди, олова, никеля, лантанидов, редких и ценных металлов. Его используют также как покровный флюс при выплавке некоторых видов бронзы и латуни, никелевых сплавов (мельхиор и нейзильбер). Возможно, применение древесного угля в качестве карбюризатора для цементации при производстве брони.

Спад потребления древесного угля в мировой металлургии активизировался в 80-х годах XIX века из-за его замещения коксом, давления органов экологического контроля и истощения запасов лесов. Решающим фактором стала ценовая конкуренция – чугун, приготовленный с использованием кокса, на мировом рынке стал гораздо дешевле [1].

Однако биотопливо сохранило свой приоритет в ряде регионов и металлургических технологий. Ряд предприятий продолжает применять древесный уголь в производстве чугуна, ферросплавов, свинца, алюминия, меди, олова, никеля, лантанидов, редких и ценных металлов. Его используют также как покровный флюс при выплавке некоторых видов бронзы и латуни, никелевых сплавов (мельхиор и нейзильбер). Возможно применение древесного угля в качестве карбюризатора для цементации при производстве бро-

ни. Кроме того, технологически биопродукт вполне способен заменить кокс в доменной печи.

Оценки объёма мирового производства древесного угля очень разнятся – от 9 до 23 млн. т в год, так как основная его часть изготавливается на малых мощностях кустарным способом в развивающихся странах, где со статистикой дела обстоят плохо. При этом считается, что в металлургию поступает около 20% этого продукта [2].

Известно, что использование древесноугольного топлива позволяет получать высококачественный чугун. Это наиболее актуально для стран-экспортёров товарного чугуна – Бразилии и России, которые по итогам 2013 г. экспортировали более половины мирового объёма экспорта чугуна [3] (рисунок 1).

На сегодняшний день в мировом углежжении и применении его продукции в металлургии остался по сути единственный игрок – Бразилия. Эта страна является ведущим экспортёром чугуна, в Бразилии имеются огромные запасы самовосстанавливающегося биоресурса – эвкалипта. При должном подходе оборот рубки эвкалипта составляет всего 7 лет (для сравнения: оборот рубки хвойных деревьев на Урале 60...70 лет).

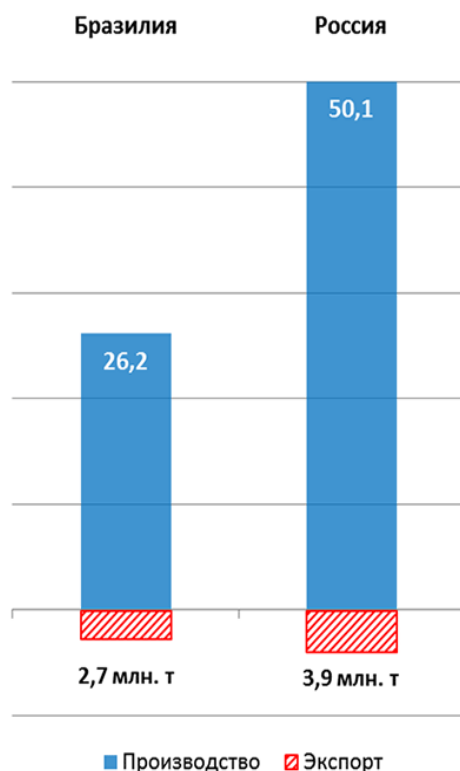


Рисунок 1 - Производство и экспорт чугуна в Бразилии и России в 2013 г

Общий выпуск бразильского древесного угля для нужд металлургии оценивается в 7,5 млн. тонн в год. Из 1 тонны сырьевой древесины до домны (с учётом выхода побочных продуктов, сортировки и транспортных потерь) доходит около 170 кг древесного угля.

Интересно, что в Бразилии имеются крупные лесопромышленные компании, специализирующиеся на углежжении. Например, фирмы Mannesmann и Plantar Group высаживают быстрорастущие эвкалипты (*E. Camaldulensis*, *Cloesia*, *Urophylla* и *Pellita*), а потом самостоятельно перерабатывают их в древесный уголь. Кроме того, в Южной Америке существуют объединённые древесноугольные металлургические холдинги, которые выращивают для себя лес, выжигают из него древесный уголь, а затем выплавляют на нём чугун. Средние показатели производства древесного угля: на эвкалиптовой плантации в 525 тыс. га при затратах \$199,5 млн. в год производится 175 млн. куб. м древесного угля себестоимостью \$10,25 за куб. м, что позволяет выплавлять 67 млн. т металла ежегодно [1].

Бразилия является единственной страной в мире, применяющей для производства товарного чугуна доменные печи, работающие на древесном угле. Согласно бразильским государственным законам, компании, использующие древесный уголь, должны выполнять программу по восстановлению лесонасаждений. На типичных лесопосадках выращивают эвкалиптовые деревья по семилетнему циклу, при котором каждая тонна получаемой сухой древесины обеспечивается растущей биомассой из 6,8 т древесины, корней, листьев, являющихся поглотителем диоксида углерода и обеспечивающих поступление кислорода в атмосферу.

Схема лесопосадок с семилетним циклом, применяющаяся для производства товарного чугуна обеспечивает положительный баланс генерации кислорода и фиксации атмосферного углерода.

Согласно данным некоторых исследований, весь процесс от посадки деревьев до производства товарного чугуна с применением древесного угля удаляет из атмосферы 1,1 т диоксида углерода на каждую тонну выплавленного чугуна. При производстве чугуна с применением кокса в атмосферу выделяется 1,8 т диоксида углерода. Таким образом, использование древесного угля вместо кокса уменьшает эмиссию диоксида углерода на 2,9 т/т чугуна.

Как известно, древесный уголь обладает существенно меньшей механической прочностью в сравнении с коксом, а также повышенными показателями прочности при восстановлении (RDI) и реакционной способностью (RI). Поэтому доменные печи, работающие на древесном угле, имеют меньшую высоту и больший диаметр в сравнении с доменными печами, работающими на коксе.

К отличительным особенностям доменной плавки на древесном угле относятся:

- низкие выход шлака (120-150 кг/т чугуна) и его основность $((\text{CaO}+\text{MgO})/\text{SiO}_2) - 0,75-0,85$.

- температура в зоне замедленного теплообмена (800°C) на 150°C ниже при работе на древесном угле, чем на коксе (950°C) по причине высокой реакционной способности древесного угля.

- объем занимаемый рудой в древесноугольной МДП (15%) составляет половину объема руды коксовой МДП (30%)

- время пребывания руды в зоне замедленного теплообмена, составляет половину времени пребывания руды в МДП работающей на коксе.

- теплотворность отходящего газа в МДП работающей на древесном угле намного выше, чем у МДП работающей на коксе, 4.2 МДж/Нм³ и 3.1 МДж/Нм³ соответственно.

Расход древесного угля, в зависимости от его влажности и содержания кремния в чугуна, составляет от 650 до 1000 кг/т товарного чушкового чугуна.

Качество чугуна, выплавленного в доменных печах, работающих на древесном угле, превосходит качество чугуна, полученного при использовании кокса, поскольку он имеет более низкое содержание серы и фосфора. Кроме того, древесноугольный чугун, как правило, свободен от таких микроэлементов, как титан, хром, цинк, в значительной степени поступающих в доменную печь в составе золы кокса [4].

В Бразилии работают около 70 производителей товарного чугуна, в распоряжении которых находятся более 120 доменных печей. Это небольшие доменные печи, с объёмом производства от 1,5 до 12 тыс. т чугуна в месяц [2]. Показатели работы бразильских доменных печей на древесном угле приведены в таблице 1:

Таблица 1- Показатели работы бразильских доменных печей на древесном угле

Показатель	MSA №2, Белу-Оризонте	Gerdau №1, Дивинополис	Sidersul №1, Рибас ду Риу Парду
Полезный объём, м ³	250	118	136
Вид выплавляемого чугуна	передельный	передельный	передельный, литейный
Год начала эксплуатации	1986	1982	1990
Наилучшая среднемесячная производительность т/(м ³ *сут)	2,83	2,20	2,28
Древесный уголь:			
крупность, мм	10-25	12-120	12-120
зольность, %	2	3	4
Кусковая руда:			
крупность, мм	6-32	9-25	9-25
содержание Fe, %	66,5	65,0	66,5
Температура дутья, С	800	750	700
Расход древесного угля, кг/т чугуна	640	630	637

Россия долгое время конкурирует с Бразилией на мировом рынке чугуна. Высококачественный ковкий металл с использованием древесного угля до 2006 г. производили на Урале в г. Куса и сейчас продолжают выпускать в г. Касли, в том числе для художественного литья, требующего высокого качества поверхности и стойкости к атмосферному воздействию. Металл, выплавленный на биотопливе, более ковкий и менее хрупкий. Кроме того, молотый древесный уголь (с кусковой известью, плавиковым шпатом и коксом) применяется для выплавки высококачественной углеродистой или легированной стали в электродуговых печах для эффективного удаления серы из металла [5].

Всего в СССР до 1990 г. древесный уголь выжигали восемь крупных заводов. Сейчас к этой категории можно отнести только Амзинский лесокombинат и Моломский лесохимический завод, которые обеспечивают черным биопродуктом отечественную металлургию и поставляют свою продукцию на экспорт. Но и они заметно сократили выработку угля в последние годы, потому что металлургия перешла на более дешёвые энергоносители. В Свердловской области Каменск-Уральский металлургический завод (КУМЗ) потребляет ежемесячно до 1 тыс. тонн древесного угля, поставляемого Верхнесинячихинским лесохимзаводом, Нижнесергинским леспрохозом и Серовской лесопромышленной базой. Общая проектная мощность этих предприятий в советское время достигала 53 тыс. тонн биотоплива в год, однако сейчас они снизили выпуск до 20 тыс. тонн, так как оборудование устарело. А количество печей за это время, например, в Нижних Сергах, уменьшилось в шесть раз [6].

В оборонной промышленности, которая раньше потребляла огромное количество биопродукта для производства фильтров из активированного угля и адсорбентов, объёмы спроса тоже резко упали. Кроме того, отход металлургии от биотоплива был вызван рядом технологических проблем в углежжении, связанных с устареванием оборудования и технологий.

Что касается новых технологий выжигания древесного угля, то наибольшую популярность в последнее время получили пиролизные печи с автоматическим управлением. Правда, это ноу-хау разработано ещё в советские времена, чтобы самостоятельно насытить рынок чёрного биотоплива в РФ, а не импортировать его из Китая и других стран ЮВА.

В целом получается, что и в мире, и в России пока наблюдаются тенденции снижения производства и потребления древесного угля, в том числе и в металлургии. Тем не менее, древесноугольная металлургия как способ производства высококачественного чугуна имеет хорошие перспективы в регионах с возобновляемыми биоресурсами [7].

Библиографический список

1. Выплавка металла на древесном угле [Электронный ресурс]: сайт. - Режим доступа: <https://stal-kom.ru/drevesnyy-ugol-na-metall/?ysclid=18gu9q5>

x5x816293267/свободный (дата обращения: 25.09.2022).

2. Древесноугольная металлургия [Электронный ресурс]: сайт. - Режим доступа: <http://metalspace.ru/production-science/economy/991-drevesno-ugolnaya-metallurgiya.html/> свободный (дата обращения 25.09.2022).

3. Мартынов Н.Н., Мартынова Н.А., Черноусов П.И., Пыриков А.Н. Актуальные аспекты экологически чистого производства и рециклинга металлов//Современные технологии чёрной металлургии. – 2014. – С.25.

4. Печи малого объёма – будущее доменного производства [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9610971/page:38/> свободный (дата обращения 25.09.2022).

5. Древесный уголь для металлургов [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: https://www.lesindustry.ru/issues/li_n18/Drevesniy_ugol_dlya_metallurgov_127/?ysclid=l8gx9ap1xb902414883/ свободный (дата обращения 25.09.2022).

6. Обзор по рынку древесного угля [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://www.advis.ru/cgi-bin/new.pl?D9F6F623-BAC8-FF44-89CB-E804DE90D47E/> свободный (дата обращения 25.09.2022).

7. Мартынов Н.Н., Мартынова Н.А., Черноусов П.И., Пыриков А.Н. Актуальные аспекты экологически чистого производства и рециклинга металлов//Современные технологии чёрной металлургии. – 2014. – С.28.

УДК 504. 7

СОБЛЮДЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РОССИЕЙ ПО ПАРНИКОВЫМ ГАЗАМ

Сидонова М.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, Россия, mkirilyak16@mail.ru*

В работе представлены результаты проведенного исследования по соблюдению экологического законодательства Россией по парниковым газам. Изучено изменение климата и важность борьбы с парниковыми газами для мирового сообщества, так как это один из важнейших мировых экологических документов. Представлены результаты сравнения динамики сокращения эмиссии по годам с 1990 по 2019. Проанализирован направленный на достижение целей по сокращению выбросов национальный проект «Экология», состоящий из двух федеральных проектов «Чистый воздух» и «Наилучшие доступные технологии» (г. Новокузнецк).

Ключевые слова: Парижское соглашение, Рамочная конвенция ООН, устойчивое развитие, экология, выбросы, глобальное потепление, квоты,

парниковый газ.

Неоспоримым фактом является то, что в течение достаточно продолжительного времени происходит потепление атмосферы и Мирового океана, а также изменение количества осадков, ускорение таяния морского льда, повышение уровня океана. Нарастает число продолжительных засух, мощных волн тепла и катастрофических осадков, происходят и другие аномальные климатические явления. Все пять обследованных Всемирной метеорологической организацией (ВМО) наборов данных сходятся в том, что 2011 - 2020 гг. были самым теплым десятилетием за всю историю наблюдений при сохранении долгосрочной тенденции к изменению климата. Самые теплые шесть лет следовали с 2015 года, при этом 2016, 2019 и 2020 годы входят в тройку самых теплых. Разница в средних глобальных температурах между тремя годами - 2016, 2019 и 2020 – незначительна. Средняя глобальная температура в 2020 г. была примерно 14,9 °С, что на 1,2 (±0,1) °С выше доиндустриального (1850 - 1900 гг.) уровня.

Ощущает на себе негативные изменения климатической системы и территория Российской Федерации. Здесь среднегодовая температура растет [1] в 2,5 раза быстрее глобальной – со скоростью 0,45 °С за 10 лет. Особенно быстро растет температура в полярной области, или 0,8 °С за 10 лет (Таймыр). В 2019 году в целом на территории Российской Федерации отмечалось 903 опасных гидрометеорологических явления, включая агрометеорологические и гидрологические (на 137 явлений меньше, чем в 2018 году). Из всех явлений, наблюдавшихся в 2019 г., 346 нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения [2]. Естественно, что в таких обстоятельствах необходимо понимать, что происходит с климатом, и можно ли каким-то образом предотвратить или замедлить его негативные изменения.

Ровно 7 лет назад участники Конференции по климату в Париже приняли соглашение. Его поддержали более 190 участников Рамочной конвенцией изменения климата (РКИК). Оно должно заменить ограничивающий выбросы парниковых газов Киотский протокол, действие которого закончилось в 2020 году. Основная цель - не допустить глобального роста температуры в XXI веке выше 2 °С. Ко второй половине столетия ряд государств даже намерен достичь углеродной нейтральности - когда количество опасных выбросов в атмосферу не превышает возможности природы поглотить их. В настоящее время в экономике реализуется концепция устойчивого развития (КУР), утвержденная мировым сообществом, которое сформировало основные принципы и основные положения, имеющие колоссальное значение для достижения целей в области устойчивого развития и представляющие собой «дорожную карту» (представлены на рисунке 1). Это меры, которые позволяют сократить выбросы и укрепить устойчивость к изменению климата (основная идея КУР: не ухудшая жизни в настоящем, думать о бу-

дущем) [3]. Целями концепции устойчивого развития являются:

- Ликвидация нищеты.
- Ликвидация голода.
- Хорошее здоровье и благополучие.
- Качественное образование.
- Гендерное равенство.
- Чистая вода и санитария.
- Недорогостоящая и чистая энергия.
- Достойная работа и экономический рост.
- Индустриализация, инновации и инфраструктура.
- Уменьшение неравенства.
- Устойчивые города и населенные пункты.
- Ответственное потребление и производство.
- Борьба с изменением климата.
- Сохранение морских экосистем.
- Сохранение экосистем суши.
- Мир, правосудие и эффективные институты.
- Партнерство в интересах устойчивого развития.



Рисунок 1 – Цели в области устойчивого развития

Россия подписала мировое соглашение в 2016 г., но оно ратифицировано только 21 сентября 2019 г. Постановление о ратификации соглашения подписал тогда премьер-министр Дмитрий Медведев. 4 ноября президент Владимир Путин подписал указ № 666 "О сокращении выбросов парниковых газов". Этот документ провозглашает намерение к 2030 г. сократить выбросы парниковых газов до 75 % от уровня 1990 г. Для исполнения этого указа

правительство должно утвердить Стратегию долгосрочного развития России до 2050 г., разработанную Минэкономразвития. Она предполагает снижение углеродоемкости валовый внутренний продукт (ВВП) РФ на 9 % к 2030 г. и на 48 % к 2050 г. по сравнению с 2020 г. Еще один документ правительство готовит в виде закона. Законопроект о регулировании выбросов углерода предусматривает мониторинг выбросов парниковых газов и углеродную отчетность для компаний. Кроме того, он предполагает выделение субсидий для компаний, которые внедряют низкоуглеродные технологии. Цель документа - создание мотивации для того, чтобы каждая компания думала об этой повестке [4].

На достижение этих целей направлен национальный проект «Экология», состоящий из двух федеральных проектов «Чистый воздух» и «Наилучшие доступные технологии» (далее НДТ), которые предусматривают сокращение парниковых газов (далее ПГ), стимулируют бизнес к внедрению лучших зеленых технологий с минимальным ущербом для окружающей среды, а также развитие нормативного регулирования квотирования выбросов. Национальный проект охватывает металлургию, энергетику и прочие сферы, где для предприятия разработаны зеленые стандарты и справочники.

В 2022 г. в рамках проекта «Чистый воздух» в Новокузнецке должны быть продолжены работы по обновлению общественного транспорта, развитию электротранспорта, улучшению инженерной инфраструктуры, газификации частного сектора, переключению потребителей котельных, работающих на угольном топливе, на экологически более чистый теплоисточник Центральной ТЭЦ, работающей на газе, внедрению наилучших доступных технологий, современных пылегазовых очистных сооружений и т.д. на источниках выбросов загрязняющих веществ промышленных предприятий (АО «ЕВРАЗ ЗСМК», АО «РУСАЛ Новокузнецк», АО «Кузнецкие ферросплавы», АО «Кузнецкая ТЭЦ»). Плановое снижение совокупного объема выбросов опасных загрязняющих веществ в 2022 г. по отношению к 2017 г. составляет 8 % [6-8].

На рисунке 2 представлена динамика изменения по годам с 1990 по 2019 [5]. Видно положение России при решении этой проблемы. С Россией сравниваются различные страны. Россия занимает четвертое в мире место по уровню выбросов CO₂ в атмосферу - около 4,6 % от общего объема. Следует отметить, что изменение климата на планете связано, в основном, с углекислым газом т.е именно он считается ответственным за парниковый эффект. В настоящее время российские власти уже исполняют один из пунктов этого соглашения: передают в международные организации данные о выбросах российских предприятий, а также постепенно ужесточают законодательство в сфере экологии. Предполагается увеличение ВВП на 8 % и снижение выбросов CO₂ на 790 млн. т. За последние года разработано большое количество новых нормативно-правовых актов об ограничении выбросов парниковых газов.

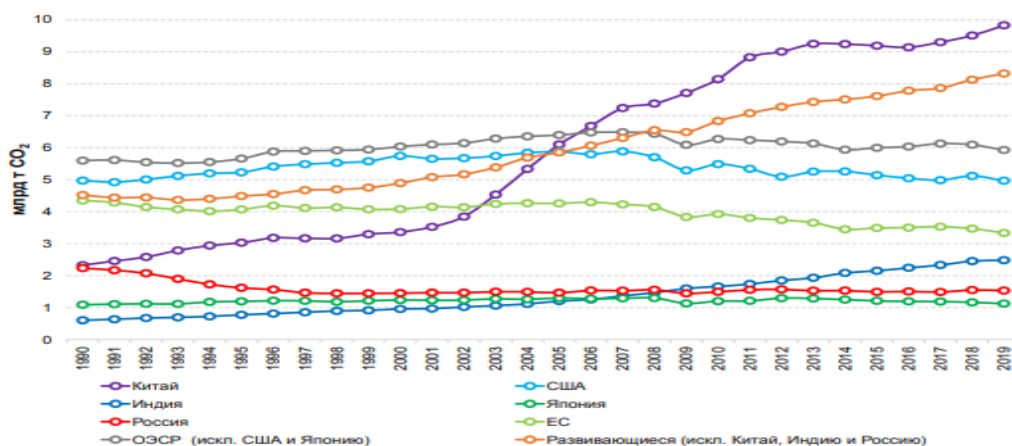


Рисунок 2 - Выбросы CO₂ по ведущим странам и регионам мира, млрд. т CO₂, 1990–2019 г.г.

По данным Росстата и Росприроднадзора, объем выбросов в 2019 г. составил 22,7 млн. т, что ниже показателя 2018 г. на 29,7 %. Это самый низкий показатель с 2010 г. Основным фактором значительного снижения валового объема выбросов загрязняющих веществ в 2018 г. стало существенное сокращение выбросов от передвижных источников - 5,4 млн. т против 15,2 млн.т, при этом выбросы от железнодорожного транспорта лишь незначительно снизились: с 151,3 тыс. т до 148,8 тыс. т. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу представлена на рисунке 3.

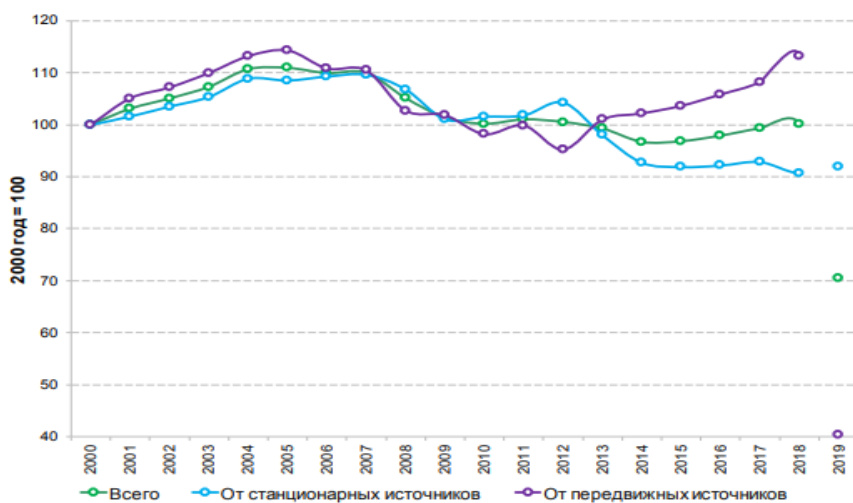


Рисунок 3 - Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, 2000 г. принят за 100

Согласно оценкам Минприроды России, подобное падение выбросов связано прежде всего с сокращением выбросов диоксида углерода: в 2018 г. выбросы составили 11,7 млн. т, а в 2019 г. уже 3,7 млн. т. Кроме того, резкое падение значения показателя связано с изменением системы учета CO₂, исходящего от передвижных источников, а также с увеличением количества автомобилей с газовым двигателем.

Во время пандемии COVID-19 приостановилась производственная деятельность и перемещения по планете, что уменьшило выбросы на 7 %, следовательно, это должно понизить температуру к 2050 г. всего на 0,01 °С. Влияние пандемии на отрасли промышленного производства представлено на рисунке 4.

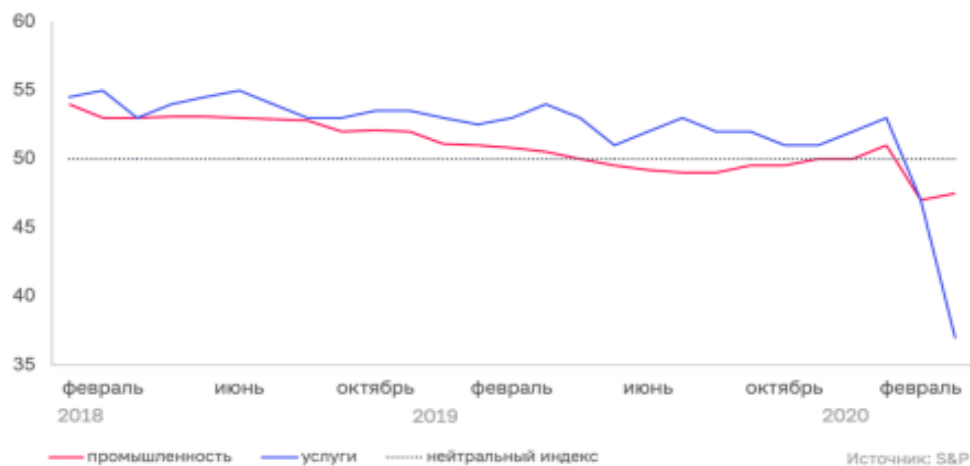


Рисунок 4 - Влияние пандемии на отрасли промышленного производства

Согласно данным Росстата, за первые месяцы 2020 г. было зафиксировано большое количества случаев высокого загрязнения воздуха. В январе, феврале и марте часто возникали неблагоприятные метеоусловия, мешающие рассеиванию вредных веществ в Бурятии, Забайкальском крае, в Красноярском крае и Хакасии, а также в Новокузнецке, Комсомольск-на-Амуре, Омске, Хабаровский край. Такие явления - если ничего не делать - будут учащаться и напрямую приводить к неблагоприятным изменениям физического, химического или биологического свойства в окружающей среде и оказывать негативное воздействие на здоровье населения [9-10].

На основании проделанного исследования были сделаны такие выводы:

- РФ уже сейчас занимает значимые позиции по сокращению эмиссии парниковых газов по сравнению с базовым 1990 г.
- В настоящее время российские власти передают в международные организации данные о выбросах российских предприятий, а также постепенно ужесточают законодательство в сфере экологии.
- Созданы национальные проекты, такие как «Экология», «Чистый воздух», которые предусматривают сокращение ПГ, стимулируют бизнес к внедрению лучших зеленых технологий с минимальным ущербом для окружающей среды.

Библиографический список

1. Копылов М.Н., Басырова Е.Р. Механизм чистого развития в системе гибких механизмов Киотского протокола 1997 года / М.Н. Копылов, Е.Р.Басыров // Евраз.юрид. журн.-2011.-№ 7. - С. 28.

2. 2020 г. стал одним из трех самых теплых лет в истории наблюдений [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://public.wmo.int/ru/media/> (дата обращения: 25.09.2022).

3. Соблюдение экологического законодательства Россией в свете Парижского соглашения / М.В. Кириляк, Т.А. Михайличенко // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сибирский государственный индустриальный университет; под общ. ред. М.В. Темлянцева. - Новокузнецк, 12-14 мая 2021 г.

4. Пять лет Парижскому соглашению: прошлое, настоящее и будущее глобального климатического договора [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <file:///C:/Users/PCASUS01/Downloads/pyat-let-parizhskomu-soglasheniyu-proshloe-nastoyashee-i-budushee-globalnogo-klimaticheskogo-dogovora.pdf> (дата обращения: 25.09.2022).

5. Кокорин А.О. Анализ факторов и последствий быстрой ратификации Парижского соглашения ведущими странами и его вступления в силу / А.О.Кокорин // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2017. – №2. – С.97-100.

6. Публичное обсуждение хода реализации Федерального проекта «Чистый воздух» в городе Новокузнецке [Электронный ресурс]: сайт. - Режим доступа: <http://ecokem.ru/publichnoe-obsuzhdenie-xoda-realizacii-federalno-go-proekta-chistyj-vozduh-v-gorode-novokuznecke/>, (дата обращения: 25.09.2022).

7. Экологический вестник Кузбасса [Электронный ресурс]: сайт. - Режим доступа: <http://gazeta.ecokem.ru/2020/12/30/predpriyatiya-sgk-za-10-let-summarno-snizili-vybrosy-v-atmosferu-na-22/>, (дата обращения: 25.09.2022).

8. ЕВРАЗ представил стратегию по сокращению выбросов парниковых газов [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://cntd.ru/news/read/evraz-predstavil-strategiu-po-sokrascheniu-vybrosov-parnikovyh-gazov/>, свободный (дата обращения: 25.09.2022).

9. Как Россия выполняет условия климатического соглашения [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа: <https://www.dw.com/ru/chto-grozit-rossii-iz-za-imitacii-raboty-po-parizhskomu-soglasheniju/a-55912915> /, свободный (дата обращения: 25.09.2022).

10. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/BRE/_web.pdf /, свободный (дата обращения: 25.09.2022).

СОДЕРЖАНИЕ

I НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ.....	3
АНАЛИЗ И ВЫБОР СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЖИЛЬЦАМ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА <i>Тишанинов Ю.Ю.</i>	3
СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Хроменко П.А., Кокорев И.С.</i>	8
К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ <i>Загидулин И.Р., Саламатин А.С., Попов А.С.</i>	12
РАЗРАБОТКА ИНФРАКРАСНОЙ ПАЯЛЬНОЙ СТАНЦИИ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТОЙ ОТ ПЕРЕГРЕВА <i>Казанцев М.Е., Попов А.С.</i>	17
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КОСМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ. <i>Попов А.С., Казанцев М.Е.</i>	22
О ПРИМЕНЕНИИ РОБОТОТЕХНИКИ В КОСМОСЕ <i>Ефименко З.А.</i>	25
РАЗВИТИЕ БИОНИЧЕСКИХ ПРОТЕЗОВ <i>Широченко Д.С.</i>	29
АНАЛИЗ РЯДОВ ДАННЫХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ДОРОЖНО- ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ <i>Бондаренко А.Д.</i>	33
МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ <i>Бычков А.Г., Савинов Н.С.</i>	38
РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МНОГОМЕРНОЙ БЕЗУСЛОВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ГРАДИЕНТНЫМ МЕТОДОМ <i>Четвертков Е.В.</i>	43
СРАВНЕНИЕ АРХИТЕКТУР НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ РАСПОЗНОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ <i>Четвертков Е.В.</i>	47
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ ВЫДАЧИ КЛЮЧЕЙ ОТ АУДИТОРИЙ <i>Сенчуков А.В.</i>	50
ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ <i>Рогожников И.П.</i>	53

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКОГО МЕТОДА РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ <i>Рыленков Д.А., Пичугин Р.А.</i>	58
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ EXCEL-VBA-ПРИЛОЖЕНИЙ <i>Бабушкина О.С.</i>	60
ОДНОТАКТНОЕ БЛОЧНО-СИНХРОННОЕ КЛЕТОЧНО- АВТОМАТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ МАССООБМЕНА В УГОЛЬНОМ ПЛАСТЕ <i>Немцев А.Ю.</i>	65
II АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА (АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИЯ, СЕТИ, ЭКОНОМИКА).....	71
АНАЛИЗ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ШКОЛЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПОСТПЕРЕСТРОЕЧНОЙ РОССИИ <i>Богданова Д.С.</i>	71
НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ КРИТИЧНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦВЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Пикарева М.С.</i>	75
К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛОБЮДЖЕТНОГО ЖИЛЬЯ <i>Зайцева В.С.</i>	80
К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛАНИРОВОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СОЦИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ЖИЛЬЯ <i>Шевелев В.С.</i>	84
ОСОБЕННОСТИ КРЕПЛЕНИЯ КЕРАМЗИТОБЕТОННЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН С МОНОЛИТНЫМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ У ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО УГЛА ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ <i>Сафронова А.А.</i>	90
ТОКИЙСКИЙ ПРОТИВОПАВОДКОВЫЙ КОЛЛЕКТОР – ЧУДО ИНЖЕНЕРИИ <i>Самусенко Э.Э.</i>	97
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ В КУЗБАССЕ <i>Быковский К.А.</i>	103
ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТА ГАЗА <i>Каракаш А.К.</i>	105
СОВРЕМЕННЫЕ БАССЕЙНЫ <i>Умыскова М.Ф.</i>	107
ВІМ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ <i>Каиркенов Х.К., Платонов А.В., Ладутько М.Д.,</i>	114

ДРЕВЕСИНА – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА <i>Канке Ю.Н.</i>	117
ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ <i>Кастырина А.И.</i>	122
РАСЧЕТ СЕГМЕНТНОЙ ФЕРМЫ <i>Копытова Е.Д.</i>	126
ЗАВОДСКИЕ МОДУЛИ ДЛЯ СБОРНЫХ ЗДАНИЙ <i>Ладутько М.Д., Прокаев Д.А.</i>	130
АДГЕЗИЯ АРМАТУРЫ С БЕТОНОМ <i>Мешкова А.И., Платонов А.В.</i>	133
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПАНЕЛИ <i>Мешкова А.И., Платонов А.В.</i>	136
КОНСОЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ <i>Мешкова А.И.</i>	139
ЦВЕТ В АРХИТЕКТУРЕ <i>Митришкина А.А.</i>	145
ДИЗАЙН В АРХИТЕКТУРЕ <i>Пивоварова А.С.</i>	149
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ <i>Сагитова В.С., Платонов А.В., Прокаев Д.А.</i>	152
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ <i>Чапайкин А.С., Платонов А.В.</i>	155
ИСПЫТАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ КАК ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ <i>Тимофеева А.В.</i>	158
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ МАРКИРОВКА <i>Кузнецов С.В.</i>	162
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ И КАРКАСА БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ <i>Самусенко Э.Э., Сагитова В.С., Белозерова И.Л.</i>	167
ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ AUTODESK REVIT <i>Астрашенко В.В., Новикова К.Ю.</i>	170
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДАЧИ ТЕПЛА В СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ <i>Селезнева Д.Д., Баклушина И.В.</i>	175
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ <i>Исламова О.В.</i>	178
ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ <i>Креницын Р.А.</i>	181

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ НЕНЕСУЩИХ ПЕРЕГОРОДОК ЗДАНИЯ И ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	
<i>Самсонов В.О.</i>	183
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОПАЛУБКИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО БЕТОНИРОВАНИЮ ПЕРЕКРЫТИЙ	
<i>Денисов В.О.</i>	187
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ	
<i>Чернышев Е.А.</i>	190
СОХРАНЕНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
<i>Голенкова Е.А.</i>	192
ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА В СЕЙСМООПАСНЫХ РАЙОНАХ	
<i>Данилова А.А.</i>	194
СТРОИТЕЛЬСТВО В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА	
<i>Кокоско С.Д.</i>	198
СОВРЕМЕННОЕ МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО	
<i>Красилова А.К.</i>	202
ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ В АРХИТЕКТУРЕ	
<i>Понамарева М.А.</i>	207
ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОЭТАЖНЫХ МИКРОРАЙОНОВ	
<i>Пыжлакова Е.С.</i>	210
КОНЦЕПЦИЯ «УМНЫЙ ГОРОД»	
<i>Разницына Е.В.</i>	214
ОБРАЗОВАНИЕ ТРЕЩИН В БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ	
<i>Тихомирова А.П.</i>	217
МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ПЕРИМЕТРА ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОБЪЕКТОВ	
<i>Шляхина Р.И.</i>	221
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	
<i>Белогорцев Д.Г.</i>	224
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНА	
<i>Буткеев С.Д.</i>	228
СПОСОБЫ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ В МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ	
<i>Матвейков К.П.</i>	230
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТСКОГО САДА	
<i>Петрич Н.И.</i>	234
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТИПА «КАНСК»	
<i>Тихонов М.Д.</i>	237

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ <i>Эглит М.А.</i>	240
ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА В Г. ТОМСКЕ	244
<i>Синкина К.В.</i>	244
ГЛАВНЫЙ КОРПУС ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ В БЕЛОВСКОМ РАЙОНЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Боровских С.Р.</i>	248
МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ И УСИЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ <i>Курушина Е.А.</i>	254
КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ, МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ <i>Курушина Е.А.</i>	259
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ <i>Мусатова А.А.</i>	265
III ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	274
БУРЕНИЕ СКВАЖИН ИЗ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ШАХТ КОЛОНКОВОЙ ТРУБОЙ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА С ГИДРОСТРУЙНЫМ РАЗРУШЕНИЕМ КЕРНА <i>Альвинский Я.А., Григорьев А.А.</i>	274
ВЛИЯНИЕ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КУЗБАССЕ <i>Ворсина А.М., Агеев Д.А.</i>	277
МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПЫЛЬЮ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОРОГАХ КУЗБАССА <i>Ворсина А.М., Агеев Д.А.</i>	281
ГЕОТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ОСВОЕНИИ НЕДР <i>Елкина Д.И., Тайлаков А.О.</i>	285
ПРИМЕНЕНИЕ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ ФРИКЦИОННОГО ТИПА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ <i>Елкина Д.И.</i>	290
МЕТОДИКА ТЕСТИРОВАНИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА ВЫЕЗДНОЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ <i>Михайлов Д.А.</i>	294
МОНИТОРИНГ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ РАЗРЕЗА "МЕЖДУРЕЧЕНСКИЙ" ПРИ РАЗНЫХ СХЕМАХ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ <i>Михайлов Д.С.</i>	298
ПОДГОТОВКА ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ОТВАЛА К ГИДРОТРАНСПОРТУ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТКРЫТЫХ ВЫРАБОТОК <i>Курдюков М.О., Тыринов Д.С., Матвеев А.В.</i>	303

ПОДГОТОВКА ДАМБ НАЧАЛЬНОГО ОБВАЛОВАНИЯ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТКРЫТЫХ ВЫРАБОТОК <i>Бокач Н.А., Сажин М.А., Матвеев А.В.</i>	306
АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТКРЫТЫХ ВЫРАБОТОК <i>Курдюков М.О., Береснев П.А., Матвеев А.В.</i>	311
ПРИМЕР МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ПРОВЕДЕНИЮ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОВЕРКИ ЭМПИРИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ЛОПАТ <i>Лобанова О.О., Чунту В.В., Матвеев А.В.</i>	317
ПРИМЕР ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ КУСКОВАТОСТИ ВЗОРВАННЫХ ПОРОД НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЭКСКАВАТОРОВ <i>Лобанова О.О., Сажин М.А., Матвеев А.В.</i>	320
РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОДГОТОВКИ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД К ГИДРОТРАНСПОРТУ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТКРЫТЫХ ВЫРАБОТОК <i>Курдюков М.О., Тыринов Д.С., Матвеев А.В.</i>	324
ПРИМЕНЕНИЕ ПЕНОГЕЛЕВОЙ ЗАБОЙКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАССРЕДОТОЧЕННЫХ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ <i>Апенкин Д.Е.</i>	326
К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОБУЧАЮЩЕ-ТЕСТИРУЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «КОМБИНИРОВАННАЯ РАЗРАБОТКА МПИ» <i>Гельгенберг И.О.</i>	330
УВЕЛИЧЕНИЕ УГЛА ОТКОСА БОРТА КАРЬЕРА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ОБЪЕМА ВЫЕМКИ ПУСТЫХ ПОРОД <i>Трапезников К.С.</i>	333
ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОЛОДЫХ ПОЧВ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ УЧАСТКАХ <i>Турмий Я.А., Рязанова Е.М.</i>	336
РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕР ПО БОРЬБЕ С САМОВОЗГОРАНИЕМ УГЛЯ В УСЛОВИЯХ ШАХТ КУЗБАССА <i>Шинтев И.С.</i>	338
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИИ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ДОБЫТОГО УГЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ТРАНСПОРТОМ <i>Альвинский Я.А., Григорьев А.А.</i>	343
КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ДОРАБОТКЕ ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ КОРОТКИМИ ОЧИСТНЫМИ ЗАБОЯМИ <i>Альвинский Я. А., Григорьев А. А., Мананников С.Д.</i>	349
ВОЗМОЖНОСТИ РОБОТИЗАЦИИ КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКИ НА ПРИМЕРЕ АВТОСАМОСВАЛОВ ПРИ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧЕ <i>Гельгенберг И.О.</i>	353

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ SLAM В УСЛОВИЯХ БЕЗЛЮДНОЙ ВЫЕМКИ УГЛЯ <i>Мананников С. Д., Панфилов В. Д.</i>	357
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ, ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ В КУЗБАССЕ <i>Панфилов В.Д.</i>	361
ОРГАНИЗАЦИЯ СТЕНДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ГИДРОЦИЛИНДРОВ НА РАЗРЕЗЕ «ЕРУНАКОВСКИЙ» <i>Апенкин Д.Е.</i>	366
ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ <i>Гельгенберг И.О.</i>	369
АВТОМАТИЗАЦИЯ АЭРОГАЗОВОГО КОНТРОЛЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЗАПЫЛЁННОСТИ <i>Панфилов В.Д., Мананников С.Д.</i>	373
ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ ПРИ ВЕДЕНИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ. <i>Коновалова О.Ю., Курдюков М.О.</i>	378
РЕКОНСТРУКЦИЯ ТОРМОЗА МЕХАНИЗМА ХОДА ЭКСКАВАТОРА ЭКГ-5А <i>Васильев В.С.</i>	382
IV МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	387
АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИ ВЫПЛАВКЕ РЕЛЬСОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАЛИ <i>Думова Л.В.</i>	387
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОТБРАКОВАННЫХ ЗАГОТОВОК РЕЛЬСОВЫХ СТАЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПРОИЗВОДИМЫХ ИЗ НИХ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ <i>Сафонов С.О.</i>	391
ВНЕДРЕНИЕ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КУЗБАССЕ <i>Гашиникова А.О., Панфилов В.Д.</i>	395
ЭНЕРГЕТИКА/ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА РОССИИ В СВЕТЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ <i>Кириляк М.В.</i>	401
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В КОНВЕРТЕРНОЙ СПОКОЙНОЙ СТАЛИ <i>Есмаков Е.М., Есмакова А.С.</i>	406
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫПЛАВКИ, ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ И РАЗЛИВКИ СТАЛИ НА КАЧЕСТВО СЛИТКОВ <i>Есмаков Е.М.</i>	410

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ СЛИТКОВ КОНВЕРТЕРНОЙ СТАЛИ <i>Есмакова А.С.</i>	415
МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ЕВРАЗ ЗСМК ДЛЯ СТОЧНЫХ ВОД <i>Челищев А.А.</i>	420
ДРЕВЕСНОУГОЛЬНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ <i>Антонюк А.Е., Михайличенко Т.А.</i>	426
СОБЛЮДЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РОССИЕЙ ПО ПАРНИКОВЫМ ГАЗАМ <i>Сидонова М.В.</i>	431

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Выпуск 26

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых*

Часть V

Под общей редакцией
Технический редактор
Компьютерная верстка

С.В. Коновалова
Г.А. Морина
Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 08.12.2022 г.
Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 26,21 Уч.-изд. л. 28,66 Тираж 300 экз. Заказ № 324

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ