



МОЛОДАЯ МЫСЛЬ: НАУКА, ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ

**Материалы XVII (XXIII)
Всероссийской научно-технической конференции
студентов, магистрантов, аспирантов
и молодых ученых**

01-04 апреля 2025 года

Часть 1

2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Молодая мысль: наука, технологии, инновации

**Материалы XVII (XXIII)
Всероссийской научно-технической конференции
студентов, магистрантов, аспирантов
и молодых ученых**

01-04 апреля 2025 года

Часть 1

Братск
Издательство Братского государственного университета
2025

Молодая мысль: наука, технологии, инновации: материалы XVII (XXIII) Всероссийской научно-технической конференции : в 2 ч. – Братск : Изд-во «БрГУ», 2025. – Ч. 1. – 299 с.

Доклады и сообщения отражают основные результаты научно-исследовательской деятельности научно-педагогических работников, студентов, магистрантов, аспирантов Братского государственного университета и других вузов России по широкому кругу вопросов.

Редакционная коллегия:

Видищева Е. А., канд. техн. наук, доцент

Степанищева М.В., канд. техн. наук, ответственный секретарь

Орлова Ю. В., технический секретарь

Аношкина Л.В., канд. биол. наук, доцент

Белых С.А., канд. техн. наук, доцент

Булатов Ю.Н., канд. техн. наук, доцент

Горохов Д.Б., д-р. техн. наук, доцент

Гарус И.А., канд. техн. наук

Иванов В.А., д-р. техн. наук, профессор

Григорьева Т.А., канд. техн. наук, доцент

Луковникова Е.И., канд. экон. наук

Мазур В.В., канд. техн. наук, доцент

Никифорова В.А., д-р. биол. наук, доцент

Пузанова О.А., канд. с-х. наук, доцент

Рычков Д.А., канд. техн. наук, доцент

Елсуков К.В., д-р. техн. наук, доцент

Фалунина Е.В., д-р. психол. наук, доцент

Черутова М.И. канд. экон. наук, профессор

Лебедева Н.Н., канд. ист. наук, доцент

Научно-техническая конференция зарегистрирована в Министерстве науки и высшего образования РФ

УДК 699.8

Современные тенденции применения методов неразрушающего определения прочности бетона

Р.Н. Бабин^а, А.А. Зиновьев^б

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аroman.babin.2001@mail.ru, ^бzinovev_2020@bk.ru

Ключевые слова: приборы для определения прочности бетона, стандарты проведения испытания для определения прочности бетона

В данной статье представлена информация о совершенствовании приборной базы для осуществления неразрушающего определения прочности бетона, представлен прибор который был самым первым для определения прочности бетона им был молоток Физделя и прибор который является современным для определения прочности бетона, поскольку самый первый прибор использовался для определения прочности бетона методом пластической деформации, так же представлен современный прибор для определения прочности бетона данным способом в виде молотка Кашкарова, так же в данной работе представлена информация о изменениях которые были внесены в ГОСТы определяющие порядок осуществления неразрушающих методов определения прочности бетона, в частности представлена информация о изменении подготовки к проведению испытания, проведения испытания и обработки результатов.

Актуальность данной работы высокая в связи с растущим спросом на качественные строительные материалы. Бетон широко применяется в строительстве сооружений различного назначения, и его прочностные характеристики играют ключевую роль в обеспечении долговечности и безопасности конструкций.

Существующие методы определения прочности бетона часто требуют разрушения образцов, что затрудняет проведение контроля качества на строительных объектах и склонны к обусловленным субъективностью результатам. Неразрушающие методы позволяют проводить оценку прочности бетона без необходимости уничтожения материала и основываются на различных физических явлениях, таких как ультразвуковые волны, электромагнитные излучения и другие.

Поэтому исследование и совершенствование неразрушающих методов определения прочности бетона имеет стратегическое значение для повышения эффективности строительных работ, улучшения качества и безопасности строительных конструкций, а также снижения затрат на мониторинг и обслуживание объектов инфраструктуры. Многие исследования в области строительной науки направлены на совершенствование неразрушающих методов и их внедрение в практику строительства, что делает данную тему крайне актуальной для современной индустрии строительства.

Методы неразрушающего контроля качества бетона – это проверка прочности на сжатие и других характеристик материала. Испытания бетона проводятся на существующих конструкциях. Благодаря тестам можно получить результаты немедленно и узнать сведения о фактических свойствах бетонного сооружения [3].

Неразрушающие методы контроля прочности бетона направлены на достижение следующих целей:

- проверку материала на соответствие требованиям нормативных и технических документов;
- выявление отклонений от установленных регламентов и стандартов;
- определение параметров бетона в качественном и количественном выражении, на предмет отсутствия рисков;
- снижения риска аварийного разрушения строительных объектов.

При проверке проводят комплексный анализ факторов, определяющих прочность элементов, с учетом диаметра армирующих закладных деталей, толщины защитного слоя, влажности, теплопроводности, адгезии и прочих показателей.

Основные задачи неразрушающего контроля прочности бетона [4]:

- определение фактического класса бетона;
- оценка распалубочной или отпускной прочности;
- выявление участков пониженной прочности;
- выявление трещин и пустот.

Особенности неразрушающих методик

Испытание неразрушающими методиками подразумевает оценку свойств бетонных конструкций, не нарушая ее целостности. Эти методы позволяют определить такие свойства, как прочность, влажность, толщина защитного слоя и пр. Применяют неразрушающие способы как в полевых, так и в лабораторных условиях.

Главные преимущества методик [3]:

- Конструкция остается целой.
- Мобильность – испытания проводятся непосредственно на объекте, необходимо только иметь откалиброванные приборы.
- Широкая сфера применения.

На рис. 1 представлены виды неразрушающих методов определения прочности бетона [5].

Изучив данные методы рассмотрим, как с течением времени происходило их развития для этого на рис. 2 представлен самый первый прибор для определения прочности бетона и современный прибор.

На рис. 2 слева изображен шариковый молоток (молоток Физделя), данный прибор считается практически первым прибором, который получил массовое применение для определения прочности бетона. Инструмент был разработан в 1940-е годы сотрудником «НИИМосстрой» И. А. Физделем. С помощью данного инструмента прочность бетона определяется локтевым ударом молотка по поверхности бетона, в результате чего в материале проявляются пластические деформации и на поверхности остаётся отпечаток сферической формы. Прочность бетона устанавливают в зависимости от диаметра отпечатка по тарировочной кривой, построенной по результатам предварительных испытаний [6].

Справа изображен молоток Кашкарова, шариковый молоток, разработанный в 1950-е годы сотрудником «НИИМосстрой» К. П. Кашкаровым. С помощью данного прибора наносится удар по поверхности бетона под углом 90 градусов. Для точности измерения выполняют 5÷10 ударов. При этом на одном эталонном стержне можно выполнить 4 серии образцов. Расстояние между отметками на стержне 10÷12

мм. При помощи углового масштаба или измерительной лупы замеряется размер наибольшего диаметра отпечатков, получившихся на бетоне и стержне. При этом отпечатки неправильной формы не учитываются. Из полученных диаметров вычисляются среднеарифметические значения. Далее вычисляется коэффициент: отношение диаметра на бетоне к диаметру на стержне. По таблице коэффициентов (прилагается к молотку) определяют марку бетона [7, стр. 5].

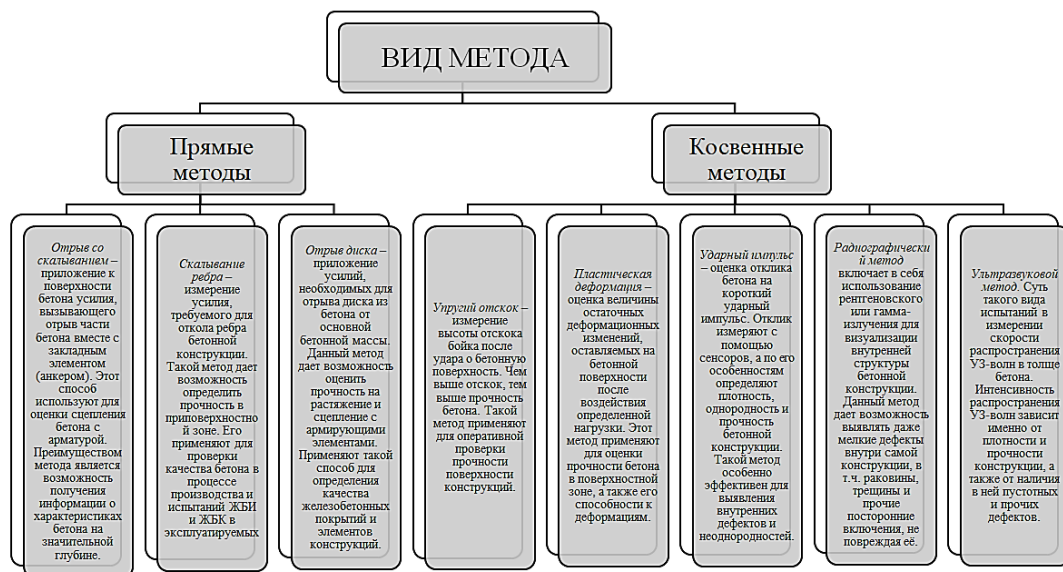


Рис. 1. Неразрушающие методы определения прочности бетона



Рис. 2. Приборы для определения прочности бетона методом пластической деформации

Так же мы рассмотрим процесс осуществления определения прочности методами неразрушающего контроля ввиду того, что мы рассматривали приборы метода пластической деформации, для этого мы воспользуемся 2 гостами, ГОСТ 22690.1-77 Бетон тяжелый. Методы определения прочности по отколу и пластической деформации и ГОСТ 22690-2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля» [1.2].

Раньше погрешность измерения наибольшего размера отпечатка, не должна была быть более 3 %, сейчас она не должна превышать 5 %.

Так же в ГОСТ 22690-2015 были внесены следующие дополнения, в данный гост было внесено дополнение о том, что инструмент для измерения диаметра отпечатков должен обеспечивать измерение с погрешностью не более 0,1 мм.

Так же в раздел подготовки к испытаниям был внесен пункт проверки используемых приборов в соответствии с инструкциями по их эксплуатации и установление градуировочных зависимостей между прочностью бетона и косвенной характеристикой прочности.

Так же в данный гост были внесены дополнительные требования к проведению испытания, в отношении участка испытания, данные нововведения регламентируют общее число измерений на каждом участке, расстояние между местами измерений на участке и от края конструкции, толщина конструкций на участке измерений. В отношении проведения испытания никаких дополнительных изменений не было внесено.

Таким образом в ходе данной статьи мы с вами рассмотрели неразрушающие методы определения прочности бетона и смогли изучить, что данные методы не стоят на месте, происходит изменения и совершенствование как приборной базы, так и самого проведения испытания.

Литература

1. ГОСТ 22690.1-77. Бетон тяжелый. Методы определения прочности по отколу и пластической деформации государственный стандарт, утверждённый Постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства от 22.08.77 №128 дата ведения 1978-07-01. – URL: https://allgosts.ru/91/100/gost_22690.1-77 (дата обращения: 16.03.2025). – Текст: электронный.
2. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля, утвержден и веден в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25.09.2015 N 1378-ст дата введения 2016-04-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124396>(дата обращения: 16.03.2025). –Текст: электронный.
3. Методы неразрушающего контроля бетона: сайт. – URL: <https://ironconlab.ru/articles/nerazrushayushhie-metody-kontrolya-prochnosti-betona/> (дата обращения 12.02.2025).
4. Неразрушающие методы контроля прочности бетона: сайт. – URL: <https://stroyexp.ru/blog/nerazrushayushchie-metody-kontrolya-betona/> (дата обращения 20.02.2025).
5. Методы неразрушающего контроля бетона: сайт. – URL: <https://labstroy.com/stati/metody-nerazrushayushchego-kontrolya-betona/> (дата обращения 05.03.2025).
6. Молоток Физделя: сайт. – URL: <https://dzen.ru/a/Zm7Oj01HrhAEMNv9> (дата обращения 10.03.2025).
7. Степушин А.П. Изыскания и проектирование аэродромов: методические указания к лабораторным работам / А.П. Степушин, Я.С. Садовникова. – М.: МАДИ, 2019. – 52 с. (дата обращения 15.03.2025).

Current trends in the use of methods of non-destructive determination of concrete strength

R.N. Babin^a, A.A. Zinoviev^b

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^aroman.babin.2001@mail.ru, ^bzinovev_2020@bk.ru

Key words: instruments for determination of concrete strength, standards for testing for determination of concrete strength

This article provides information on the improvement of the instrument base for non-destructive determination of concrete strength, a device was presented that was the very first to determine the strength of concrete, it was a Fizdel hammer and a device that is modern to determine the strength of concrete, since the very first device was used to determine the strength of concrete by plastic deformation, a modern device for determining the strength of concrete by this method in the form of a Kashkarov hammer is also presented, also this work provides information on changes that were made to GOSTs determining the procedure for non-destructive methods for determining the strength of concrete, in particular, information is provided on changes in preparation for testing, testing and processing of results.

УДК 699.812.3

Сравнительный анализ методов контроля качества антипиренов для защиты древесины

С.А. Белых, Ю.В. Новоселова^a, Т.Л. Сангзода

Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

^azaika21@mail.ru

Ключевые слова: антипирен, модифицированные силикатные композиции, огнезащитная эффективность, метод «Керамической трубы»

В данной статье проведен сравнительный анализ методов контроля качества антипиренов для защиты древесины. Разработана экспериментальная лабораторная установка по методу «керамической трубы» с целью оценки огнезащитной эффективности антипиренов для защиты древесины. Проведен сравнительный анализ огнезащитной эффективности антипиренов на основе модифицированных силикатных композиций для защиты древесины в лабораторных условиях и в ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение Федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Иркутской области». На основе полученных результатов подтверждена эффективность оценки качества антипиренов в лабораторных условиях по методу «керамической трубы».

Древесина как натуральный материал становится все более популярной в строительстве благодаря своей экологичности. Однако проблема горючести и пожарной опасности древесины значительно ограничивает ее применение в этой сфере.

В настоящее время все более ужесточаются требования обеспечения пожарной безопасности строительных конструкций. На сегодняшний день одним из приоритетных направлений научно-исследовательской деятельности организаций, занимающихся работами и услугами в сфере пожарной безопасности, является разработка рецептур новых огнезащитных средств и технологий защиты древесины от возгорания. Растет число научных трудов, исследовательских работ и новых технологий обработки древесины антипиренами для снижения ее горючести. Для создания антипиренов и оценки их огнезащитной эффективности для древесины не обойтись без специальных методик исследований. Квалификационные огневые испытания на сегодняшний день очень затратны, при том, что для эффективной статистической оценки эксперимента требуется испытать не менее 10 образцов для одного огнезащитного состава. Дорогостоящие квалификационные испытания – основная проблема исследователей в этой сфере.

Целью исследования является сравнительный анализ методов контроля качества антипиренов для защиты древесины. Для достижения поставленной цели необходимо: изучить методы контроля качества антипиренов для защиты древесины; рассмотреть возможность создания и применения лабораторной установки по методу «Керамической трубы» с целью исследования огнезащитной эффективности антипиренов для древесины; провести сравнительный анализ методов контроля качества антипиренов по данным, полученным не только в лабораторных условиях, а также по данным квалификационных огневых испытаний, проведенных в ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение Федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Иркутской области».

Антипирен – это химическое вещество или состав, предназначенный для уменьшения горючести материалов, таких как древесина, путем замедления процесса горения или предотвращения его начала. Антипирены могут действовать различными способами: они могут образовывать защитные пленки на поверхности материала, выделять инертные газы при нагревании, которые вытесняют кислород, или образовывать углеродистые остатки, которые препятствуют дальнейшему распространению пламени. Огнезащитная эффективность антипиренов является ключевым параметром для оценки их способности защищать материалы от огня. Она зависит от химической структуры антипирена, его механизма действия и условий эксплуатации. Эффективные антипирены играют важную роль в обеспечении пожарной безопасности в строительстве.

На основе анализа литературных источников [1-4] установлено, что исследователи на первом этапе разработки антипиренов стараются оценить сравнительную эффективность антипиренов через их способность угнетать горение. При разработке антипирена, оценивая его огнезащитную эффективность, основанную на огневых испытаниях образцов по принципу «горит – не горит», учитывают отдельно взятые параметры: потеря массы экспериментального образца после огневых испытаний, время самостоятельного горения после окончания поджигания, температуру отходящих газов, расход антипирена, обеспечивающий требуемую огнезащищённость [1-3].

Труды авторов [5-6] посвящены разработке антипиренов на основе модифицированных силикатных композиций для защиты строительных конструкций из древесины. Антипирены, разработанные авторами [5] в своем составе содержат в качестве связующего натриевое жидкое стекло, в качестве наполнителя – кварц углеродистый (черный сланцы, которые являются побочным производственным продуктом золотодобывающих предприятий Иркутской области), в качестве поверхностно-

активного вещества, для обеспечения необходимого процесса смачивания древесины и улучшения адгезионных свойств антипирена на поверхности древесины – пенообразователь ПО-6.

Согласно ГОСТ Р 53292-2009 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний» (далее – ГОСТ 53292) для определения огнезащитной эффективности антипиренов применяется установка «Керамическая труба». Так, согласно методике, описанной в ГОСТ 53292, оценка качества огнезащитной обработки древесины антипиренами, подразумевает огневые испытания образцов древесины, размерами 30×60×150 мм, обработанных огнезащитными составами (антипиренами). Образцы древесины, обработанные антипиренами, подвергаются огневому воздействию пламени в «Керамической трубе» в течение 2 минут, после чего подачу газа в горелку прекращают, образец оставляют в приборе до остывания. После остывания образец извлекают из керамического короба, взвешивают и высчитывают потерю массы испытанного образца. Всего для эксперимента по данной методике испытывают 10 образцов. За результат испытания принимают среднее арифметическое значение потери массы 10 испытанных образцов. При потере массы образцом менее 9% для испытываемого огнезащитного состава устанавливают I группу огнезащитной эффективности. При потере массы более 9 %, но менее 25 % для испытываемого огнезащитного состава устанавливают II группу огнезащитной эффективности. Если потери массы образцов более 25 %, считают, что данный состав не обеспечивает огнезащиту древесины и не является огнезащитным.

С целью определения огнезащитной эффективности разработанных антипиренов [5-6] была изготовлена экспериментальная лабораторная установка (рис. 1) по методу «Керамической трубы», описанному в ГОСТ 53292.



Рис. 1. Экспериментальная лабораторная установка для определения огнезащитной эффективности антипиренов

В течение 2 минут образец древесины с нанесенным и высушенным огнезащитным покрытием подвергали воздействию огня при высоте пламени газовой горелки 23÷25 см (рис. 1). После огневых испытаний высчитывали в процентном содержании потерю массы исследуемого образца по формуле:

$$\Delta m = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100\%}{m_1}, \quad (1)$$

где m_1 – масса образца до испытания, г.; m_2 – масса образца после испытания, г.

На рис. 2 представлены образцы древесины сосны до и после огневых испытаний. В зависимости от используемых составов антипиренов, а также от технологических особенностей нанесения разработанных огнезащитных составов на поверхность древесины, по результатам лабораторных экспериментов установлены I и II группы огнезащитной эффективности (потери массы образцов после испытаний составили в среднем 5,5 %).

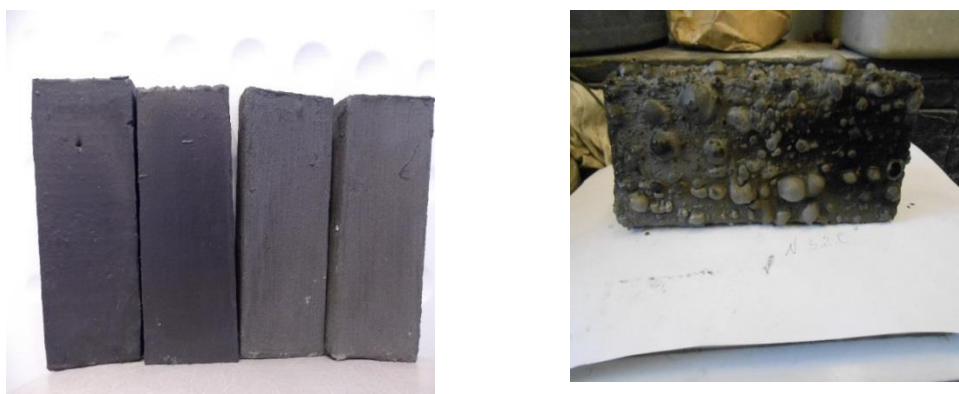


Рис. 2. Образцы древесины сосны с нанесенными и высушенными огнезащитными составами до и после огневых испытаний

С целью сравнительного анализа методов контроля качества антипиренов для защиты древесины в лабораторных и квалификационных условиях, образцы древесины сосны, обработанные антипиренами на основе модифицированных силикатных композиций [5] были также направлены в ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение Федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Иркутской области». По результатам проведенной независимой противопожарной экспертизы также были установлены I (потери по массе 6,6%) и II (потери по массе 10,7 %) группы огнезащитной эффективности в зависимости от используемых составов антипиренов, а также от технологических особенностей нанесения разработанных огнезащитных составов на поверхность древесины. На основе полученных результатов подтверждена эффективность оценки качества антипиренов в лабораторных условиях по методу «керамической трубы» с применением экспериментальной лабораторной установки.

Литература

1. Белых С.А. Новоселова Ю.В. Техническая и экономическая эффективность инновационного огнезащитного покрытия для деревянных конструкций // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2019. – № 4. С. 704-715.
2. Bassett G. Fire retardants // Timber Trades Journal. 1987. v. 341, № 5743, 17/1. – P. 23-32.
3. Ермоченков М.Г., Белых С.А., Новоселова Ю.В. Перспективы использования антипиренов на основе модифицированных силикатных композиций для защиты древесины // Труды Братского государственного университета: Серия: Естественные и инженерные науки. – Братск: Изд-во БрГУ, 2023. С. 165–170.

4. Леонович А.А., Глазунова М.Г. Простой метод сравнительной оценки эффективности антипиренов // Древесные плиты и фанера: теория и практика – Материалы XXIV Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова. Санкт-Петербург, 2021. – С. 47-55.

5. Панёв Н.М., Никифоров А.Л. Огнезащитная эффективность индивидуальных антипиренов для древесины и методы определения их наличия // Пожарная и аварийная безопасность – Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. Том Часть 1. 2018. С. 189-193.

6. Федосов С.В., Лазарев А.А., Цветков Д.Е. Исследование глубины пропитки древесины раствором бишофита при автоклавировании // Фундаментальные поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2022-2023 годы – Научные труды РААСН. В 2-х томах. Москва: Издательство АСВ. 2024. С. 483-489.

Comparative analysis of quality control methods for flame retardants for wood protection

S.A. Belykh, Yu.V. Novoselova^a, T.L. Sangzoda

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^azaika21@mail.ru

Keywords: flame retardants, modified silicate compositions, flame retardant effectiveness, "Ceramic tube" method.

This article provides a comparative analysis of the methods of quality control of flame retardants for wood protection. An experimental laboratory installation using the "ceramic tube" method has been developed in order to evaluate the flame-retardant effectiveness of flame retardants for wood protection. A comparative analysis of the flame-retardant effectiveness of flame retardants based on modified silicate compositions for wood protection in laboratory conditions and in the Federal State Budgetary Institution "Forensic Expert Institution of the Federal Fire Service "Testing Fire Laboratory" in the Irkutsk region" was carried out. Based on the results obtained, the effectiveness of assessing the quality of flame retardants in laboratory conditions using the "ceramic tube" method has been confirmed.

УДК 691.4,338.45

Обоснование выбора оборудования для производства стекловаты на территории города Братска Иркутской области

С.А. Белых^a, М.В. Белых^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^akafedra.smit@mail.ru, ^bmilena.belyx@inbox.ru

Ключевые слова: инвестиции, производство, стекловата, сырье, прочность.

В статье дано обоснование инвестиций производства стекловаты, проведен анализ рынка сырья, обзор действующих предприятий, изучен анализ стоимости

продукции на рынке. Затронуты вопросы оценки существующих предложений технологических линий и оборудования, предназначенных для производства стекловолокна и стекловаты, и выбор наиболее оптимальной и эффективной по соответствующим критериям. Рассмотрены готовые технологические линии производства стекловаты, предложенные на рынке оборудования. Отмечено, что самым оптимальным из вариантов является приобретение готовой современной технологической линии от компании ТПК «К-АРМА», так как она нацелена на снижение энергопотребления и оптимизацию производственных процессов, а это помогает экономить ресурсы и снижать эксплуатационные расходы.

Стекловолокно является важным строительным и изоляционным материалом, широко используемым в различных отраслях. Характеризуется повышенными требованиями к качеству и технологическим процессам производства, что делает выбор оптимальной технологической линии и оборудования критически важным для обеспечения высокого уровня производства стекловолокна и стекловаты. В связи с этим, настоящее исследование направлено на проведение комплексного анализа и выбора наилучшего варианта технологической линии и оборудования для производства стекловолокна.

Стекловолокно имеет совершенно уникальное сочетание характеристик: повышенная прочность при сжатии и растяжении, термостойкость, негорючесть, низкая гигроскопичность, стойкость к химическому и биологическому воздействию. Из стекловолокна производят материалы с высокими тепло-, электроизоляционными и звукоизоляционными свойствами, и, конечно, механической прочностью [2].

Целью данного исследования является оценка существующих предложений технологических линий и оборудования, предназначенных для производства стекловолокна и стекловаты, и выбор наиболее оптимальной и эффективной по соответствующим критериям.

Главной целью привлечения инвестиций является повышение эффективности деятельности предприятий. Результатом вложения инвестиционных средств при правильном управлении должен являться рост стоимости предприятия, а также других показателей его деятельности.

На территории России используются два типа технологий производства стекловолокна – одностадийный и двухстадийный.

Двухстадийный способ получения волокна включает в себя стадию подготовки шихты, варки стекла, выработки эрклеза, стеклошариков или штабиков, и стадию плавления эрклеза и стеклошариков в плавильном сосуде и вытягивания волокна [1].

При более прогрессивном одностадийном способе волокна вытягивают из стекломассы, поступающей в выработку сразу из стекловаренной печи, питаемой шихтой, т.е. исключается промежуточная стадия выработки эрклеза и стеклянных шариков, при этом расход энергии сокращается практически в два раза. Вместо нее осуществляется операция распределения потока стекла в распределителе стеклоплавильной печи по отдельным фильерным питателям.

Одностадийный метод получения стекловолокна используется на предприятиях ОАО «ОСВ Стекловолокно» и ОАО «Стеклонит».

Наиболее современной технологией производства стекловолокна владеют США, где используется, так называемый, С-процесс. При этом способе вытягивание волокон производится из питателей с 2000 и 4000 отверстий. Волокна вытягиваются со скоростью 750 м/с. Суточная производительность установок – 1080÷1440 кг при

2000 отверстий и $2160 \div 2460$ кг при 4000 отверстий. Данное производство включено в перечень высоких технологий, на экспорт которых наложены серьезные ограничения. При обращении к США по вопросу закупки указанной технологии Россия получила отказ. Для сравнения – на оборудовании, установленном на российских предприятиях максимальное число отверстий в фильерных пластинах – 800, скорость вытягивания – $10 \div 100$ м/с [4].

Стекловолокно производят из лома стекла или из сырья, идентичного сырью для производства собственно стекла. Непрерывное стекловолокно формуют вытягиванием из расплавленной стекломассы через фильеры (число отверстий $200 \div 4000$) при помощи механических устройств, наматывая волокно на бобину. Диаметр волокна зависит от скорости вытягивания и диаметра фильеры. [3] Таким образом, производство стекловаты имеет широкую, недорогую и доступную сырьевую базу.

В табл. 1 отражены основные производители и поставщики технологических линий по производству стекловаты, указана максимальная производительность линии, предоставляемая производителем и стоимость комплекта оборудования.

Рассмотрев готовые технологические линии производства стекловаты, предложенные на рынке оборудования, самым оптимальным из вариантов является приобретение готовой линии от компании ТПК «К-АРМА» (рис. 1).



Рис. 1. Готовая технологическая линия

Эта современная технологическая линия нацелена на снижение энергопотребления и оптимизацию производственных процессов, что помогает экономить ресурсы и снижать эксплуатационные расходы. Кроме этого, она позволяет использовать для производства шихту, стеклобой и стеклоблоки. Имеет возможности для модернизации. Также ТПК «К-АРМА» отечественный производитель с самой минимальной ценой производства из предложенных. Однако также стоит отметить, что из найденного оборудования: ТПК «К-АРМА» предлагает самое маломощное по производительности оборудование. Однако, такое объем производства покрывает спрос в городе Братске и Иркутской области.

Основной целью научно-исследовательской работы было сравнение готовых технологических линий, доступных на рынке. Рассмотрены такие компании-поставщики как: Gamma Meccanica Machinery Trading (Shanghai) Co., Ltd. (Китай), Волокно – Техномаш (Россия, г. Москва), ТПК «К-АРМА» (Россия, г. Москва), BEIJING RONTech MACHINERY LIMITED (Китай) и BEIJING RONTech MACHINERY LIMITED (Китай).

Самым оптимальным из вариантов является приобретение готовой линии от компании ТПК «К-АРМА».

Коммерческие предложений по оборудованию

Производитель оборудования	Страна	Характеристика технологической линии	Стоимость комплекта оборудования, руб.	Стоимость доставки, руб.	Стоимость монтажа оборудования, руб.
Gamma Meccanica Machinery Trading (Shanghai) Co., Ltd.	Китай	Годовой объем производства (Т): 20000÷30000 тн; Почасовая производительность (Т / ч): 3,5÷4,5 Т; Общая длина оборудования (М): 35 м; Общая длина печи для отверждения: 36/33 м; Общая длина сборника волокна: сборщик волокна с одним барабаном; Толщина продукта: 30÷200мм; Плотность продукта: 50÷200кг Общая установленная мощность: 1800 кВт; Фактический коэффициент использования (70÷75%)	263 000 000	5 100 000	1 500 000
Волокно – Техномаш	Россия, г. Москва	Годовой объем производства (Т): 20000÷25000 тн; Почасовая производительность (Т / ч): 2,5 ÷4,5 Т; Общая длина оборудования (М): 33 м; Общая длина печи для отверждения: 33/30 м; Общая длина сборника волокна: сборщик волокна с одним барабаном; Толщина продукта: 30~200мм; Плотность продукта: 50~200кг Общая установленная мощность: 1300 кВт; Фактический коэффициент использования (70 ÷75%)	230 500 000	6 210 000	1 500 000
ТПК «К-АРМА»	Россия, г. Москва	Годовой объем производства (Т): 15000~20000 тн; Почасовая производительность (Т/ч): 1,5÷2,5 Т; Общая длина оборудования (М): 30 м; Общая длина печи для отверждения: 30 м; Общая длина сборника волокна: сборщик волокна с одним барабаном; Толщина продукта: 30÷200 мм; Плотность продукта: 50÷200 кг Общая установленная мощность: 1800 кВт; Фактический коэффициент использования (70 ~ 75%)	220 000 000	5 272 000	1 500 000
BEIJING RONTech MACHINERY LIMITED	Китай	Годовой объем производства (Т): 20000÷30000 тн; Почасовая производительность (Т/ч): 3,5÷4,5 Т; Общая длина оборудования (М): 35 м; Общая длина печи для отверждения: 36/33 м; Общая длина сборника волокна: сборщик волокна с одним барабаном; Толщина продукта: 30÷200 мм; Плотность продукта: 50÷200 кг Общая установленная мощность: 1800 кВт; Фактический коэффициент использования (70 ÷75%)	236 000 000	6 200 000	1 500 000

Литература

1. Белокопытова А.С. Разработка процессов утилизации стеклобоя путем создания композиционных материалов. // Диссертация канд. техн. Наук: 03.00.16. – М.: РГБ, 2018. – 224-230 с.
2. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология / С.Л. Баженов [и др.]. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 347 с.
3. Тимко А.Ю. Свойство стеклянных и углеродных волокон. Дизайн, технологии и инновации (сборник материалов международной научно-технической конференции. Том Часть 2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет дизайна и технологии». 2020. – 114–117 с.
4. Технология стекла. Справочные материалы / под ред. П.Д. Саркисова, В.Е. Маневича, В.Ф. Солинова, К.Ю. Субботина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019.

Justification of the choice of equipment for the production of glass wool in the city of Bratsk, Irkutsk region

S.A. Belykh^a, M.V. Belykh^b

Bratsk State University, 40 Makarenko str., Bratsk, Russia

^akafedra.smit@mail.ru, ^bmilena.belyx@inbox.ru

Keywords: investment, production, glass, raw materials, strength.

The article gives a justification for investment in the production of fiberglass, conducted an analysis of the raw material market, a review of operating enterprises, an analysis of the cost of products on the market. The issues of evaluation of existing proposals of technological lines and equipment intended for the production of fiberglass and glassware and the selection of the most optimal and efficient according to the relevant criteria are addressed. Ready-made technological lines of production of glassware offered on the market of the equipment are considered. It was noted that the most optimal of the options is to purchase a ready-made modern technological line from the company TPK "K-ARMA", as it aims to reduce energy consumption and optimize production processes, and this helps to save resources and reduce operating costs.

УДК 699.86

Обоснование актуальности мониторинга теплозащитной эффективности ограждающих конструкций зданий и сооружений

С.А. Белых^a, А.С. Вахтикова^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^asveta.belyh@mail.ru, ^balina.vahtikova@yandex.ru

Ключевые слова: ограждающая конструкция; тепловая защита; теплопотеря; энергоэффективность; строительство

В данной статье изучены основные причины теплопотерь ограждающих конструкций, определены стратегические цели соблюдения требуемого уровня тепловой защиты, рассмотрены в соответствии с нормативно-правовыми актами

требования, технологии и материалы, используемые при строительстве до и после 2000 года, отмечена важность развития искусственного интеллекта для поддержания энергоэффективности, обоснована актуальность мониторинга теплозащитной эффективности ограждающих конструкций зданий и сооружений. Сделан вывод, что мониторинг позволяет выявить слабые места в теплоизоляции и своевременно принять меры по их устранению, предотвращая дальнейшие теплопотери и экономя ресурсы.

Ограждающие конструкции зданий и сооружений – это конструктивные элементы, предназначенные для ограничения объема здания и разделения его на отдельные помещения, обеспечивающие защиту внутренних пространств от внешних факторов, таких как температура, ветер, влага, шум и солнечная радиация. Ограждающие конструкции делятся на внутренние (перегородки, перекрытия) и наружные (наружные стены, покрытия, заполнения проемов) и могут сочетать несущие и ограждающие функции [5].

Тепловая защита здания – это совокупность теплофизических и теплоэнергетических характеристик наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, обеспечивающих безопасную эксплуатацию здания с позиции теплового режима помещений и способствующих экономному расходованию энергетических ресурсов.

Тепловая защита ограждающих конструкций – это теплофизические свойства и характеристики наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, которые включают в себя приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций, свойства теплоустойчивости ограждающих конструкций, теплоусвоение поверхности пола, санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к ограждающим конструкциям [7].

Тепловая защита зданий напрямую связана с темой энергоэффективности. Чем лучше и точнее построена модель здания, оценены источники теплопотерь, продуманы узлы и контуры утепления, тем выше тепловая защита и меньшее количество тепла будет израсходовано на поддержание требуемой температуры в зданиях и сооружениях.

Основными причинами теплопотери ограждающих конструкций зданий и сооружений являются:

- использование тонких стен или материалов с низкой теплоизоляционной способностью;
- некачественно утепленные или неправильно установленные окна и двери, пропускающие холодный воздух внутрь здания;
- мостики холода, образованные в результате плохого уплотнения стыков и швов между строительными элементами;
- неплотные соединения в строительных элементах, приводящие к высокой инфильтрации воздуха;
- неэффективно организованная система вентиляции;
- недостаточное утепление кровли или некорректное устройство подкровельного пространства;
- отсутствие должной изоляции в местах соединений материалов с высокой теплопроводностью;
- неправильное расположение отопительных приборов;
- применение неэффективных систем отопления;
- нарушение правил эксплуатации зданий и сооружений [2].

Стратегическими целями соблюдения требуемого уровня тепловой защиты являются:

- снижение расходов энергии (на обогрев – в холодный период, на кондиционирование – в жаркий период);
- снижение отрицательной нагрузки на окружающую среду (сведение к минимальным значениям вредных выбросов в атмосферу, неоправданного расходования природных ресурсов);
- создание комфортных условий в обитаемых помещениях.

В соответствии с Федеральным законом от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений, жизненный цикл здания или сооружения представляет собой период, в течение которого выполняются инженерные изыскания, осуществляются архитектурно-строительное проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения [9]. И на каждом из представленных этапов, кроме последнего, имеют значение выбранные материалы с их изначальными свойствами и сама конструктивная особенность ограждающих конструкций.

Нормативная база по проектированию и строительству зданий претерпевала изменения множество раз. И в каждом из временных промежутков требования к процессу строительства отличались. До конца 80-х годов основное внимание уделялось стоимости строительства, капитальные затраты минимизировались, но не учитывались эксплуатационные затраты, так как централизованное теплоснабжение обеспечивало тепло здания и сооружения практически бесплатно.

В результате перехода страны к рыночной экономике в начале 90-х годов и значительного роста цен на топливо внутри страны, были приняты новые нормативные требования к теплозащитным качествам наружных ограждающих конструкций зданий, согласно которым требования по сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций жилых и общественных зданий к 2000 году были приведены к 3,19, что в толщине кладки из силикатного кирпича составляло 210 см [8].

В современных условиях при строительстве зданий и сооружений используются совершенно новые конструктивные типы и эффективные теплоизоляционные материалы. Примером является технология КУБ-2,5 – универсальная конструктивная система сборно-монолитного безригельного каркаса, состоящая из вертикальных колонн и плоских панелей перекрытия, в которой применены наиболее эффективные особенности сборно-монолитной системы КУБ-2 и сборной системы КУБ-3, что отражено на рис. 1. Данная технология в частности применяется при массовой застройке территорий зданиями и сооружениями высотой до 25 этажей, где с целью обеспечения высокого уровня теплоизоляции используются керамзитобетонные блоки для возведения стен [4].

Также немаловажную роль сегодня играет развитие искусственного интеллекта, с помощью которого создана система «умного дома», где основными функциями являются эффективное использование энергопотребления, комфортность и безопасность зданий.

На стадии эксплуатации особенности ограждающих конструкций, такие как теплоизоляция, герметичность и энергоэффективность, играют ключевую роль в поддержании комфортного температурного режима. Однако успешная реализация этих характеристик во многом зависит от грамотной настройки сценариев, которые позволяют автоматизировать процесс поддержания оптимальной температуры, влажности и других параметров воздушной среды [6].

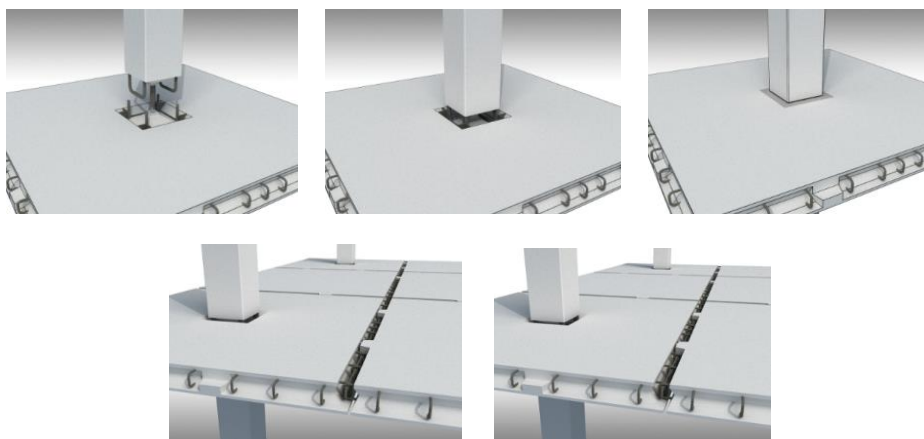


Рис. 1. Технология КУБ-2,5

Существуют три основных вида энергоэффективных домов:

1. Энергоэффективные – используются современные строительные технологии и материалы с целью минимизировать расход энергии, что достигается за счет качественной теплоизоляции, эффективных систем вентиляции и освещения;
2. Энергопассивные – строятся с учетом оптимального использования природных ресурсов и минимизации потребления энергии на обогрев и охлаждение за счет создания эффективной оболочки здания;
3. Энергоактивные – возводятся с учетом возможности снижения затрат на энергию и ее собственного производства с помощью оснащения возобновляемыми источниками энергии [1].

За многолетний период строительной практики выявлено множество способов мониторинга теплозащитной эффективности ограждающих конструкций зданий и сооружений, основными из которых являются:

- инфракрасная термография – метод основан на измерении инфракрасного излучения, исходящего от поверхностей ограждающих конструкций, позволяет визуализировать зоны повышенной теплопередачи, выявляя мостики холода и дефекты в теплоизоляции;
- теплотрическое обследование – измерение фактического сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с использованием тепломеров и датчиков температуры;
- компьютерное моделирование теплового режима – создание цифровых моделей тепловых потоков и возможных теплопотерь зданий с учетом климатических условий и реальных характеристик ограждающих конструкций;
- тестирование на воздухопроницаемость – оценка общей герметичности ограждающих конструкций путем нагнетания или откачивания воздуха из здания с последующим измерением скорости утечек;
- методы тепловизионного сканирования – использование тепловизоров для детектирования аномалий температурных полей на поверхностях ограждающих конструкций, выявление скрытых теплопотерь и участков с повышенной температурой;
- лабораторные испытания образцов материалов – проведение лабораторных тестов на образцы материалов, использованных в ограждающих конструкциях, для определения их фактических теплозащитных характеристик.

Каждый из перечисленных способов мониторинга обладает своими преимуществами и предназначен для решения конкретных задач в оценке теплозащитной эффективности ограждающих конструкций. Выбор метода зависит от целей исследования, доступности оборудования и специфики объекта [9].

Тепловая защита зданий является одной из важнейших составляющих энергоэффективности и комфорта эксплуатации сооружений. Она обеспечивает сохранение оптимального микроклимата внутри помещений, защищает от воздействия неблагоприятных погодных условий и снижает потребление энергетических ресурсов. В связи с ростом стоимости энергоносителей вопрос эффективного использования тепловой энергии становится особенно актуальным.

Мониторинг теплозащитной эффективности ограждающих конструкций имеет первостепенную важность, поскольку именно эти элементы отвечают за изоляцию внутреннего пространства от внешних температурных колебаний. Качественная теплоизоляция ограждающих конструкций предотвращает утечки тепла зимой и чрезмерное нагревание летом, позволяя поддерживать стабильную температуру в здании без излишних затрат на отопление или охлаждение.

Одним из главных аспектов является соответствие современным стандартам энергоэффективности, которые требуют постоянного совершенствования используемых материалов и методов строительства. Мониторинг позволяет выявить слабые места в теплоизоляции и своевременно принять меры по их устранению, предотвращая дальнейшие теплопотери и экономя ресурсы.

Таким образом, контроль теплозащитной эффективности ограждающих конструкций является необходимым условием для обеспечения устойчивого функционирования зданий и сооружений.

Литература

1. Алексеев, Б.А., Матросов, Ю.А. Энергоэффективные и устойчивые здания. – М.: Издательство АСВ, 2018.
2. Васильев, С.В., Каримов, Р.Р. Повышение энергоэффективности зданий. – Казань: Казанский государственный университет, 2017.
3. Губанов, В.А., Сорокин, И.С. Методы контроля теплозащитных характеристик ограждающих конструкций // Строительные материалы. – 2019. – №11(3). – С. 20–27.
4. Конструктивная система КУБ-2,5 // ООО «Кузбасская инженерная компания». – URL: <https://kuzbass-is.ru/about/kub.html/> (дата обращения: 26.03.2025).
5. Ограждающие конструкции // Большая российская энциклопедия. – URL: <https://bigenc.ru/c/ograzhdaiushchie-konstruktsii-398044/> (дата обращения: 19.03.2025).
6. Рогов, А.А., Семенов, Б.А. Интеллектуальные системы управления зданиями: теория и практика. – М.: Издательство АСВ, 2019.
7. СП 50.13330.2024. Свод правил. Тепловая защита зданий. – М.: Стандартинформ, 2024.
8. СНиП II-3-79. СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА. – М.: Минстрой России, 1995.
9. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Substantiation of the relevance of monitoring the thermal protection efficiency of enclosing structures of buildings and structures

S.A. Belykh^a, A.S. Vakhtikova^b

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^asveta.belyh@mail.ru, ^balina.vahtikova@yandex.ru

Keywords: enclosing structure; thermal protection; heat loss; energy efficiency; construction.

This article examines the main causes of heat loss of enclosing structures, defines the strategic goals of meeting the required level of thermal protection, examines the requirements, technologies and materials used in construction before and after 2000 in accordance with regulatory legal acts, notes the importance of developing artificial intelligence to maintain energy efficiency, substantiates the relevance of monitoring the thermal protection effectiveness of enclosing structures of buildings and structures. It is concluded that monitoring allows the identification of weak spots in thermal insulation and timely action to eliminate them, preventing further heat losses and saving resources.

УДК 624.012

Кровли Сибири

Н.В. Большешапова^a

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^anika_bolsheshapova@mail.ru

Ключевые слова: кровли плоские, скатные кровли, стропильная система, кровельные материалы.

Статья посвящена важности проектирования кровель зданий с учетом специфики климатических условий. Защитная кровельная конструкция должна соответствовать требованиям прочности, водонепроницаемости и долговечности. Рассматриваются основные типы кровель: плоские и скатные, с детальным описанием их подкатегорий, таких как эксплуатируемые, инверсионные плоские и различные формы скатных крыш (односхилые, двусхилые, вальмовые и другие). Анализируются преимущества и недостатки различных конструкций крыш. В заключение подчеркивается необходимость соблюдения строительных норм и правил для обеспечения безопасности и энергоэффективности зданий.

Крыша (покрытие) – верхняя несущая и ограждающая конструкция здания или сооружения, предназначенная для защиты помещений от внешних климатических и других воздействий [1].

Поскольку крыша выполняет функции ограждающей конструкции, то она подвергается воздействиям целого ряда негативных факторов, тесно связанных с процессами, происходящими как вне здания, так и внутри него. К числу этих факторов относятся:

- механические нагрузки, включая снеговые, ветровые и др.;
- солнечная радиация;
- температурные колебания;
- водяной пар, содержащийся во внутреннем воздухе здания;
- химически агрессивные вещества, содержащиеся в воздухе;
- жизнедеятельность насекомых и микроорганизмов.

Для Сибири особенно важно, чтобы кровли обладали высокой морозостойкостью и устойчивостью к снеговым нагрузкам.

При проектировании кровель, необходимо соблюдать требования безопасности зданий и сооружений, а также требования пожарной безопасности и энергетической эффективности [1]. Крыши жилых и общественных зданий высотой более 10 м должны иметь несгораемые ограждения высотой не менее 0,6 м. Эксплуатируемые плоские крыши должны иметь несгораемое ограждение высотой не менее 0,9 м.

Кровли бывают двух видов: плоские и скатные. У скатных кровель уклон нормируется от 5 до 60 градусов, а у плоских от 5 до 7 градусов. Уклон крыши принимают по нормам проектирования с учетом района строительства. Для производственных зданий установлен уклон крыш от 1,5 % до 12 %

Концепция плоской кровли пришла к нам с запада. Спрос на плоские кровли на западе обусловлен дороговизной земли в городах при высокой плотности застройки. Технократическим рационализмом предусмотрена возможность использования плоских кровель для создания зон отдыха, спортивных сооружений, гаражей, озеленения и различного рода потребностей.

Плоские кровли классифицируют на:

1. Эксплуатируемые плоские кровли – предназначены для активного использования полезной площади поверхности.
2. Неэксплуатируемые плоские кровли – наиболее простой в проектировании вариант, предназначенный для защиты зданий от внешних воздействий.
3. Инверсионные кровли – плоские крыши, которые покрыты стойкими к физическому воздействию и истиранию материалами. В такой конструкции слой геотекстиля укладывается на основание, затем на него монтируется гидроизоляция, термоизоляция, а сверху располагается дренажный слой и основное покрытие. Преимущества инверсионной плоской кровли заключаются в улучшенной гидроизоляции, дополнительной защите от механических повреждений и воздействия ультрафиолета. Конструкция позволяет использовать более легкие утеплители.

Преимущества плоских кровель заключаются в легкости монтажа и доступность обслуживания за счет горизонтальной поверхности и меньшими финансовыми вложениями, по сравнению с скатной кровлей, за счет минимального количества материала на площадь здания. Также плоские кровли обладают большей устойчивостью к ветровым нагрузкам.

Опыт эксплуатации совмещенных плоских крыш свидетельствует о широком спектре проблем, связанных с их низкой надёжностью и ремонтпригодностью. При этом неисправность такого рода покрытия способна нанести существенный материальный ущерб. В последние годы в России ремонтируют плоские кровли чаще, чем гарантирует подрядчик. Обещанная долговечность кровельных материалов составляет до 50 лет, а реальная водонепроницаемость в лучшем случае 2 года. Недостатком плоской кровли являются протечки, особенно в местах стыков – это следствие плохого качества материалов и низкого качества производства работ.

Для зданий высотой до 5 этажей, малоэтажного и частного строительства обычно используют скатные кровли. Скатные кровли в свою очередь бывают (рис. 1):

1. Односкатная. Имеет один скат с оптимальным углом наклона 30° от фасада дома к задней части.
2. Двускатная. Крыша представляет собой две скатные плоскости, которые выполнены в форме равнобедренного треугольника. Существует ещё два вида таких крыш: с ломанными плоскостями и несимметричными.
3. Вальмовая. Состоит из четырёх скатов, два из которых имеют треугольную форму, ещё два – трапециевидную
4. Полувальмовая. Альтернативный вариант, более экономичная разновидность четырёхскатной крыши. Для возведения используют треугольный скат (укороченную боковую часть).
5. Шатровая. Применяется только для домов правильной формы (квадратной или многоугольной, но с равными сторонами). Это симметричная конструкция из четырёх равных треугольных частей.
6. Мансардная (ломаная). Угол наклона меняется ближе к свесу (один, реже несколько раз). Такая конструкция позволяет обустроить мансардный этаж.
7. Сводчатая. Имеет полукруглую форму и монтируется на хозяйственные или промышленные здания.
8. Бубновая. Скаты представлены в виде ромбов. Крышу используют для покрытия квадратных домов.

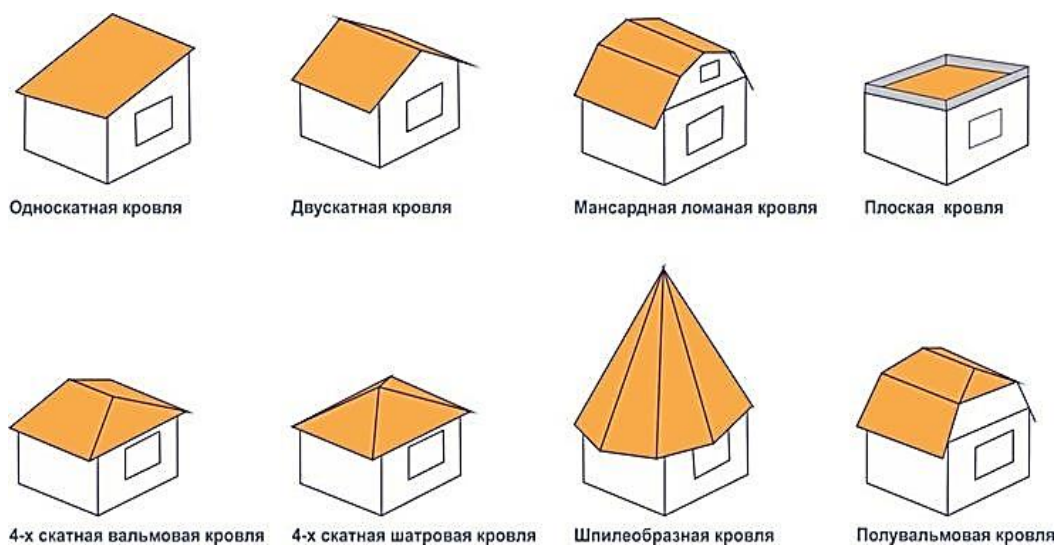


Рис. 1. Виды скатных крыш

Преимуществами скатной кровли являются быстрый отвод атмосферных осадков и наличие чердачного пространства, которое утепляет дом, может служить местом хранения вещей, а при достаточном объеме и жилым помещением. Также для перекрытия больших площадей применяют скатные кровли, за счет каркаса кровли из дуг, арок или ферм, например, при применении сводчатой скатной кровли.

Скатные кровли отличаются большим сроком эксплуатации от 50 лет. Эстетической особенностью является наличие выбора внешнего вида кровли, за счет большого разнообразия формы, цвета и фактуры материала.

Основными недостатками скатных крыш являются высокая стоимость и сложность монтажа, а также плохая устойчивость к ветровым нагрузкам, сильные ветры могут расшатывать крепления кровельных элементов. Частой проблемой

скатных кровель является ендова. В этих местах плохо сходит снег, что способствует в дальнейшем протечкам.

На строительном рынке используют обширную номенклатуру отечественных и импортных кровельных материалов, которые можно классифицировать по следующим признакам:

1. Вид исходного сырья:
 - металлические: сталь, алюминий, медь, их сплавы;
 - керамические: черепица;
 - цементно-волоконные: асбесто и стеклоцементные материалы;
 - пластмассовые: стекловолоконный пластик, оргстекло;
 - цементно-песчаные: черепица;
 - битумные: пергамин, толь, рубероид;
 - полимерные: ПВХ-мембраны (на основе поливинилхлорида), ТПО-мембраны (в основе лежат термопластичные олефины), ЭПДМ-мембраны (на основе каучука).
2. Форма:
 - рулонные: мембраны, рубероид, стеклоизол и т.д.;
 - листовые: профлист, асбестоцементные листы, ондулин и т.д.;
 - штучные: черепица керамическая, цементно-песчаная, гибкая и т.д.;
 - мастичные: гидролон.

Наличие стропильной системы в скатных кровлях, увеличивает финансовые расходы и временные затраты на монтаж, но скатные кровли монтируют только для зданий высотой до 15 м, что обусловлено безопасностью пешеходов.

В выборе кровли в первую очередь стоит отталкиваться от габаритов здания или сооружения. Затем нужно оценивать бюджет. Однако не стоит экономить на материале и монтажных работах. Как показывает практика, низкое качество и нарушение технологии кровельных работ ведут к протечкам и разрушению конструкций.

Для Сибирских регионов следует выбирать вид кровли и материалы с особым подходом в связи с суровыми климатическими условиями. Необходимо, чтобы покрытие могло переносить большие амплитуды колебаний температур, большие нагрузки как от осадков, так и от воздействия ветра, быть морозоустойчивым и обладать водонепроницаемостью особенно в период оттаивания снега.

С точки зрения осадков, а именно оттаивания снега для Сибири лучше выбрать скатные кровли без ендов, чтобы талые воды быстро сходили. В том числе, чтобы не задерживался снег и не создавал дополнительную нагрузку на стропильную систему. В регионах с сильными и частыми ветрами лучше выбрать плоскую кровлю. Она более устойчива к ветру, и к тому же ветер будет сдувать снег с поверхности кровли, особенно с отдельно стоящих зданий или сооружений.

В целом, выбор кровли сложный и многоплановый вопрос, требующий комплексного подхода с учётом многих факторов, особенно в Сибири.

Литература

1. СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76 (с Изменениями № 1-5): Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 год. – 60 с.
2. Турчанинов В.И. Технология кровельных и гидроизоляционных материалов: учебное пособие / В. И. Турчанинов; Оренбургский гос. ун-т. Оренбург: ОГУ, 2012. – 285 с.

Roofs of Siberia

N.V. Bolsheshapova^a

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^anika_bolsheshapova@mail.ru

Keywords: flat roofs, pitched roofs, rafter system, roofing materials.

The article is devoted to the importance of designing roofs of buildings taking into account the specifics of climatic conditions. The protective roofing structure must meet the requirements of strength, waterproofing and durability. The main types of roofs are considered: flat and pitched, with a detailed description of their subcategories, such as operated, inverted flat and various forms of pitched roofs (single-pitch, double-pitch, valm, and others). The advantages and disadvantages of different roof designs are analyzed. The conclusion emphasizes the need to comply with building codes and regulations to ensure the safety and energy efficiency of buildings.

УДК 69.059

Оценка технического состояния плит перекрытий и покрытий административного здания в г. Москва

Е.А. Видищева^a, А.И. Дудин^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^adekanfmp@mail.ru, ^bartempobedit@mail.ru

Ключевые слова: плиты покрытий и перекрытий, дефекты, защитный слой бетона, коррозия арматуры и металла, ремонт, металлические фермы.

В данной статье рассматривается техническое обследование плит покрытий и перекрытий административного 22-х этажного здания, построенного в 1980 году в г. Москва. Приведена характеристика основных конструктивных решений. При осмотре здания выявлены дефекты. Выполнена исполнительная съемка отметок многопустотных плит и ригелей в зоне скопления наибольшего количества дефектов. Даны рекомендации для устранения выявленных дефектов, по разработке проекта усиления поврежденных конструкций. На основании анализа обследования здания оценено общее техническое состояние перекрытий и покрытий.

Объект исследования – 22-этажное административное здание, построенное в 1980 году, г. Москва (рис. 1).

Перекрытия выполнены из многопустотных железобетонных плит по серии ИИ-04 под расчетную нагрузку 450 кг/м² (включая полезную нормативную нагрузку 200 кг/м²). Длина плит составляет 5760 мм и 2760 мм. Армирование плит выполнено из предварительно напряженного железобетона с арматурой, напрягаемой электро-термическим способом. Толщина плит составляет 220 мм.

Многопустотные плиты уложены по железобетонным ригелям по серии ИИ-04 длиной 5560 и 2560 мм.

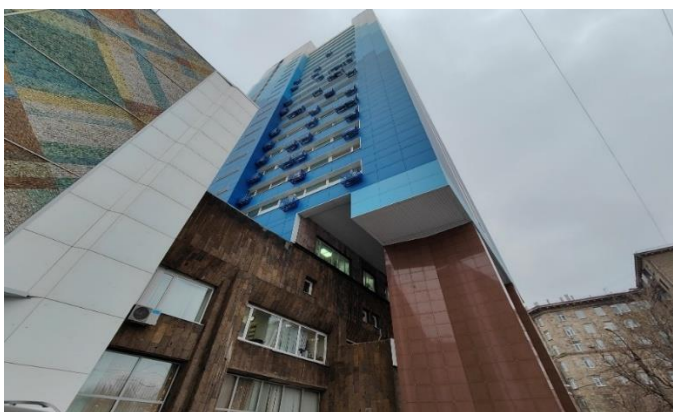


Рис. 1. Общий вид фасада здания

При осмотре выявлены дефекты в виде разрушения защитного слоя бетона и глубокой коррозии арматуры с расслоением металла в осях 7-15/У-Щ в перекрытии между подвальным и первым этажом (рис. 2).

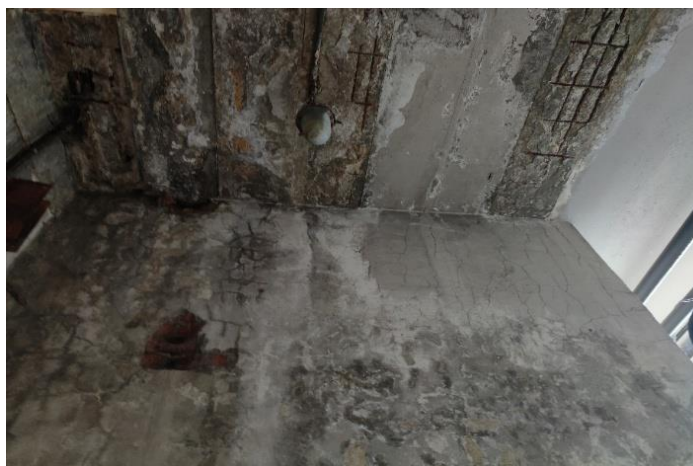


Рис. 2. Разрушение защитного слоя бетона перекрытия, коррозия арматуры

Выполнена исполнительная съемка отметок многопустотных плит и ригелей в зоне скопления наибольшего количества дефектов. Отметки определены в зоне опирания и в зоне максимальных моментов (середина пролета). При анализе съемок установлено следующее:

- максимальный прогиб ригеля составляет 9 мм при длине ригеля 5560 мм;
- максимальный прогиб плиты перекрытия составляет 29 мм

Согласно таблице Д.1. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85» вертикальные предельные прогибы покрытий и перекрытий, открытых для обзора, при пролете 5,76 метра составляют $L/196$ (по интерполяции), соответственно для обследуемых плит максимальный прогиб составляет 29 мм. Таким образом в осях 8-15/Ц-Щ выявлено две плиты перекрытия с прогибом равным предельно допустимому. Причиной образования прогибов является коррозионные повреждения предварительно напряженной арматуры плиты, вследствие чего нарушено сцепление арматуры и уменьшен диаметр арматуры. Для

устранения выявленных дефектов рекомендуется выполнить ремонт следующим способом [1,2]:

- демонтировать конструкции пола первого этажа над дефектными плитами;
- вскрыть пустоты;
- установить армирование в пустоты;
- выполнить бетонирование пустот.

Сечение армирования и класс бетона подобрать при разработке проекта усиления. Так же возможна замена перекрытий на монолитные с проверкой несущей способности ригелей.

В осях 15-17/К-П выявлены проемы в плитах перекрытия, при устройстве которых перерезана рабочая арматура трех плит перекрытия и опирание плиты выполнено не всей ее шириной.

Для устранения данных дефектов с сохранением проемов необходимо установить стойки и балки под плиту перекрытия для обеспечения опирания плиты всей ее шириной.

Для устранения участков разрушенного бетона перекрытий на других участках необходимо выполнить демонтаж отслоившегося бетона, очистку арматуры от коррозии и восстановление защитного слоя ремонтным составом СКРЕПА М500 ремонтная либо аналогом [1, 2].

Перекрытия, расположенные в осях 8-15/Ц-Щ и 15-17/К-П находятся в ограниченно-работоспособном состоянии.

Общее техническое состояние перекрытий оценивается как работоспособное.

Покрытия выполнены из многопустотных железобетонных плит по серии ИИ-04, смонтированных по железобетонным ригелям и железобетонных ребристых плит смонтированных по металлическим фермам в осях 17-28/В-Р.

Плиты покрытия в осях 4-17/Г-К, 7-31/У-Щ, 5-8/Д-Ж имеют локальные участки разрушения бетона и коррозии арматуры, следы подтеков на плитах и ригелях.

Для устранения участков разрушенного бетона покрытий необходимо выполнить демонтаж отслоившегося бетона, очистку арматуры от коррозии и восстановление защитного слоя ремонтным составом СКРЕПА М500 ремонтная либо аналогом [1, 2].

Так же выявлен участок плиты покрытия с глубокой коррозией арматуры и отсутствием защитного слоя рабочей арматуры в осях 5-6/Е-К. Рекомендуется выполнить дополнительное усиление данного участка путем установки дополнительных балок под плиту с заделкой их в кирпичные стены и обеспечением опирания плиты на балки путем зачеканки зазора между балками и плитой жестким раствором [1, 2].

Плиты покрытия в осях 17-28/В-Р выполнены сборные железобетонные ребристые. Плиты смонтированы по металлическим балкам и металлическим фермам. Металлические фермы выполнены пролетом 18 м и 8,6 м. Высота ферм составляет 3000 мм и 2500 мм с шагом стоек 3000 мм.

Стойки ферм высотой 2,5 м выполнены из металлических двоянных уголков размером 75×6, раскосы данных ферм выполнен из уголков 140×10, верхний и нижний пояс ферм выполнен из двоянных уголков размером 160×10.

Стойки ферм высотой 3000 мм выполнены из двутавра № 50 и двоянных уголков 140×12, раскосы выполнены из двоянных уголков 200×20, верхний и нижний пояс ферм выполнены из двоянных уголков 200×20.

Так же для опирания плит, расположенных вдоль ферм, смонтированы металлические двутавры № 30.

Для обеспечения пространственной жесткости ферм установлены горизонтальные связи из металлических уголков.

При обследовании выявлены локальные участки с отсутствием защитного слоя в опорной зоне ребристых плит, множественные следы с нарушением защитного покрытия ферм и ржавчиной на металлических элементах. Рекомендуется восстановить защитное покрытие металлических элементов и защитный слой бетона в опорных зонах ребристых плит [1, 2].

Плита покрытия, расположенная в осях 5-6/Е-К находится в ограниченно-работоспособном состоянии.

Общее техническое состояние плит покрытий оценивается как работоспособное.

Литература

1. ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».
2. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений».

Assessment of the technical condition of floor slabs and roofs of an administrative building in Moscow

E.A. Vidischeva^a, A.I. Dudin^b

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^adekanfmp@mail.ru, ^bartempobedit@mail.ru

Key words: roof and floor slabs, defects, concrete protective layer, reinforcement and metal corrosion, repair, metal trusses.

This article examines the technical inspection of roof and floor slabs of a 22-story administrative building built in 1980 in Moscow. The characteristics of the main design solutions are given. Defects were identified during the inspection of the building. An executive survey of the marks of hollow-core slabs and beams in the area of accumulation of the greatest number of defects was performed. Recommendations are given for eliminating the identified defects, for developing a project for strengthening damaged structures. Based on the analysis of the building inspection, the general technical condition of the floors and roofs was assessed.

УДК 692, 693, 698

Строительство дома культуры с физкультурно-оздоровительным комплексом в р.п. Култук

О.Е. Волкова, Д.В. Бадрин^a

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^adbadrin@gmail.com

Ключевые слова: дом культуры, строительство, физкультурно-оздоровительный комплекс, здание, блок, устройство фундаментов, укладка бетона, монтаж надземной части, кран, автобетононасос.

В статье отражена актуальность строительства домов культуры с физкультурно-оздоровительным комплексом в р.п. Култук. Рассмотрены основные концепции строительства подземной и надземной частей такого здания. Указаны основные механизмы, используемые при возведении здания. Отмечено, что для производства специальных строительно-монтажных работ привлекаются местные, имеющие соответствующий допуск СРО, специализированные организации согласно договорам с генподрядчиком. Затронуты вопросы по исполнителю работ, которым является местная, имеющая соответствующий допуск СРО, генподрядная организация на основании заключенного с Заказчиком договора подрядных работ. Расчитана продолжительность строительства.

На сегодняшний день дома культуры, а также физкультурно-оздоровительные комплексы являются важной частью современной культурно-спортивной жизни, так как позволяют повысить уровень культурно – досуговой деятельности населения, а любителям спорта – поддерживать свое здоровье в комфортных условиях. Последние годы в России всё большее внимание уделяют развитию культуры и спорта, осуществляя поддержку со стороны государства в финансирование таких сооружений как при строительстве, так и при дальнейшей деятельности.

Территория площадки под строительство дома культуры расположена в р.п. Култук, Слюдянского района Иркутской области. Участок свободен от застройки.

Рельеф имеет уклон в юго-восточном направлении. Абсолютные отметки поверхности в пределах площадки составляют 466,72– 467,9 м. Земельный участок не относится к землям сельскохозяйственного назначения, и не находится в водоохранной зоне. Строительство ведется в границах отвода участка, дополнительная территория не используется.

Одноэтажное здание дома культуры с физкультурно-оздоровительным комплексом, состоит из трех блоков, разделенных между собой деформационными швами (рис. 1–3):

Блок 1 (между осей 1-2 / Б-М) – одноэтажное здание (зрительный зал), с размерами в плане 14,8х25,0м; высота до низа стропильных конструкций 7,5м – 10,5м; с сеткой колонн: – в поперечном направлении – 2,8м; 6,0м; – в продольном направлении – 14,8м;

Блок 2 (между осей 3-7 / А-Н) – одноэтажное здание с подвалом, с размерами в плане 24,0х26,4м; высота подвального этажа – 2,6м; высота 1-го этажа – 4,0м; с сеткой колонн: – в поперечном направлении – 2,8м; 6,0м; – в продольном направлении – 6,0м;

Блок 3 (между осей 8-9 / Б-М) – одноэтажное здание (физкультурно оздоровительный комплекс), с размерами в плане 14,8х25,0м; высота до низа стропильных конструкций 7,5м – 10,5м; с сеткой колонн: – в поперечном направлении – 2,8м; 6,0м; – в продольном направлении – 14,8м.

Конструктивная схема блоков 1, 3 – стальной каркас. Конструктивная схема блока 2 – рамный каркас из монолитного железобетона.

За условную отметку 0.000 принята проектная отметка чистого пола первого этажа здания, соответствующая абсолютной отметке 472,15.

Строительство ведется подрядным способом. Исполнителем работ является местная, имеющая соответствующий допуск СРО, генподрядная организация на основании заключенного с Заказчиком договора подрядных работ. Для производства специальных строительно-монтажных работ привлекаются местные, имеющие соответствующий допуск СРО, специализированные организации согласно договорам с генподрядчиком.

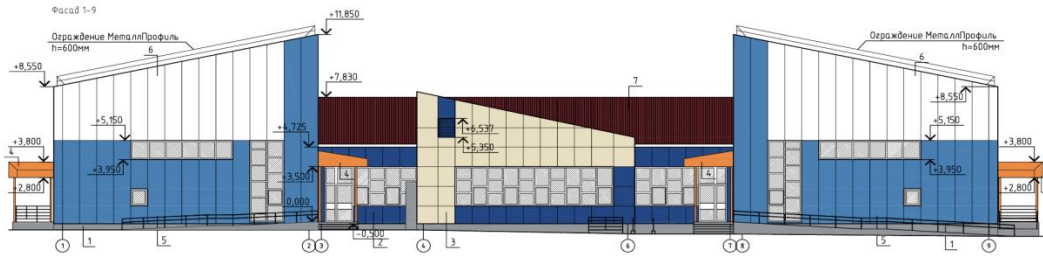


Рис. 1. Фасад 1-9

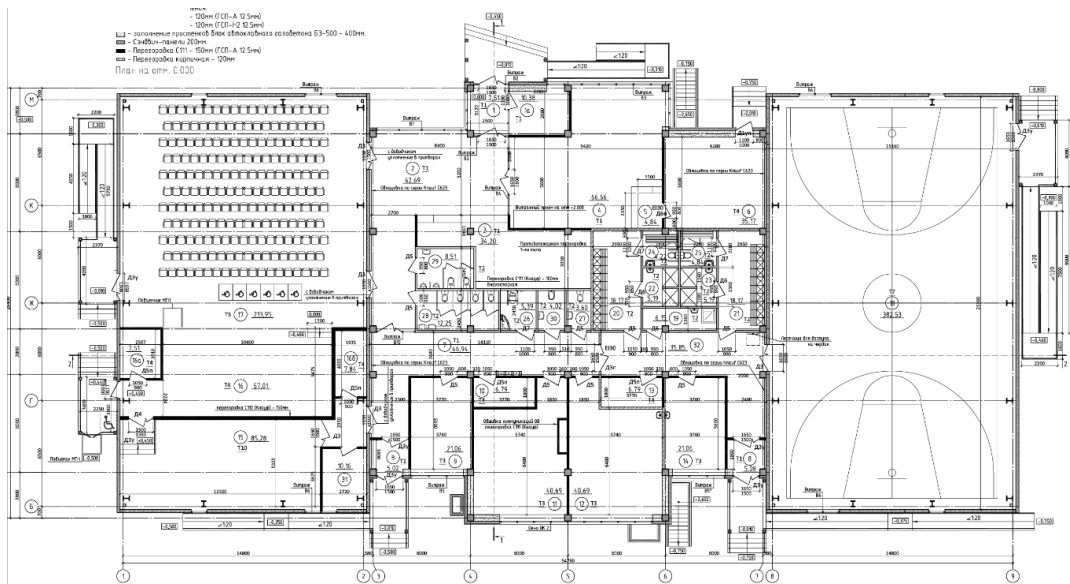


Рис. 2. План на отм.0,000

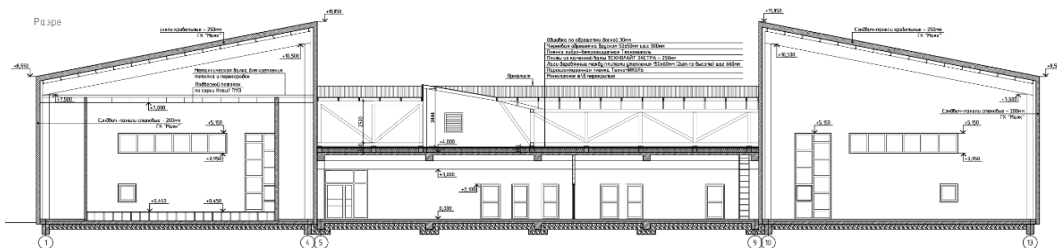


Рис. 3. Разрез 1-1

К строительству объекта будут привлечены квалифицированные рабочие кадры и высококвалифицированные специалисты подрядных организаций района и Иркутской области.

Грунт, в котловане и в траншеях под инженерные сети и коммуникации, разрабатывается экскаватором Hitachi Zaxis 160 LC, с объемом ковша 0,5–0,6 м³, небольшие по объему и глубине заложения траншеи под инженерные сети и коммуникации разрабатываются экскаватором Hitachi Zaxis 30U, с объемом ковша 0,11 м³, обратная засыпка грунта, вертикальная планировка выполняются бульдозером Caterpillar D6G Series 2.

Толщина отсыпаемого слоя для уплотнения не должна превышать характеристик грунтоуплотняющих средств, а уплотнение грунта должно контролироваться лабораторией. В качестве машины для уплотнения грунта принят грунтовый каток DYNAPAC CA2500PD.

Обратную засыпку пазух котлована выполнять местным грунтом непучинистым с тщательным послойным уплотнением слоями не более 20 см до коэффициента уплотнения 0,96. Все размеры уточнять по месту.

Прокладка проектируемых инженерных сетей и коммуникаций выполняется частично в подготовительный период строительства (до первых колодцев ввода в проектируемое здание) и заканчивается в период возведения подземной части здания. Уплотнение грунта в пазухах и в местах, где невозможно уплотнение с помощью техники выполняется ручными пневмо- или электротрамбовками.

Устройство фундаментов и конструкций подземной части зданий. За условную отметку 0.000 принята проектная отметка чистого пола первого этажа здания, соответствующая абсолютной отметке 472,15.

Блоки 1, 3 Фундаменты здания – отдельно стоящие столбчатые, на естественном основании, монолитные железобетонные, высотой 2600 мм; бетон класса – В25, F150, W6; арматура класса А400 ГОСТ 5781-82* – 25Г2С ГОСТ 5781-82*, А240 ГОСТ 5781-82* – Ст3пс ГОСТ 380-2005. Армирование выполнено плоскими арматурными сетками и вертикальными пространственными каркасами. Фундаментные балки – монолитные железобетонные, h=600мм, армируются сварными каркасами и отдельными стержнями, объединенными в пространственные каркасы с помощью шпилек; из бетона класса В25, F150, W6; арматура класса А400 ГОСТ 5781-82* – 25Г2С ГОСТ 5781-82*, А240 ГОСТ 5781-82* – Ст3пс ГОСТ 380-2005.

Входы, прямки и крыльца монолитные железобетонные, из бетона класса В15, F150, W6, арматура класса А400 ГОСТ 5781-82*- 25Г2С ГОСТ 5781-82*.

Работы по устройству фундаментов вести в соответствии с СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

Блок 2 Фундаменты здания – отдельно стоящие столбчатые, на естественном основании, монолитные железобетонные, высотой 600 мм, размеры подошвы 2100х2100мм; бетон класса – В25, F150, W6; арматура класса А400 ГОСТ 5781-82* – 25Г2С ГОСТ 5781-82*, А240 ГОСТ 5781-82* – Ст3пс ГОСТ 380-2005.

Армирование выполнено плоскими арматурными сетками и вертикальными пространственными каркасами.

Фундаментные балки – монолитные железобетонные, жестко заделанные в фундаменты, высотой 600 мм, из бетона класса В25, F150, W6; армируются сварными каркасами и отдельными стержнями, объединенными в пространственные каркасы с помощью хомутов и шпилек: арматура класса А400 ГОСТ 5781-82*- 25Г2С ГОСТ 5781 82*, А240 ГОСТ 5781-82* – Ст3пс ГОСТ 380-2005.

Стены подземной части – несущие, выполнены из монолитного железобетона толщиной 200мм, бетон марки В25, F100, W6, продольная и поперечная арматура класса А400 ГОСТ 5781-82* – 25Г2С ГОСТ 5781-82*.

Армирование стен выполнено плоскими вертикальными сварными каркасами с шагом 200 мм, объединенными в единую пространственную систему при помощи горизонтальных отдельных стержней с шагом по высоте 200 мм, а также фиксационных шпилек с шагом 400х400 мм в шахматном порядке – арматура класса А240 ГОСТ 5781-82* – Ст3пс ГОСТ 380-2005.

Расчетная схема стен подвала – жесткое защемление в фундамент и жесткое защемление в ригели рам перекрытия над подвалом. Входы, прямки и крыльца мо-

нолитные железобетонные, из бетона класса В15, F150, W6, арматура класса А400 ГОСТ 5781-82*- 25Г2С ГОСТ 5781-82*.

Работы по устройству фундаментов вести в соответствии с СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

Перед укладкой бетонной смеси ответственное лицо должно проверить тщательность подготовки основания, соответствие проектных геометрических параметров установки опалубки. Укладка бетонной смеси производится с помощью автобетононасоса АБН 65/21 (58150В) на базе шасси КАМАЗ 53215.

Уплотнение бетонной смеси производится методом вибрирования с применением глубинных и поверхностных вибраторов.

Укладка бетонной смеси после перерывов допускается после обработки поверхности рабочего шва. При устройстве бетонной подготовки под полы и площадки бетонную смесь подают непосредственно к месту укладки, а в недоступных местах – автобетононасосом АБН 65/21 (58150В).

Бетон укладывается полосами шириной 2-3 м, отделенными друг от друга маячными рейками. Уплотняют уложенную бетонную смесь электровиброрейками, передвигаемыми по маячным рейкам.

Производство бетонных и железобетонных работ выполняется с соблюдением правил производства работ СНиП 52-01-2003 «Бетонные и ж/б конструкции». После набора прочности бетона опалубку демонтируют. Боковые поверхности подземных бетонных и железобетонных конструкций, контактирующих с агрессивной грунтовой водой или грунтом, следует защищать согласно рекомендуемому приложению 5 СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии» с учетом возможного повышения уровня грунтовых вод и их агрессивности в процессе эксплуатации сооружения

Монтаж надземной части зданий.

Перед началом возведения конструкций надземной части необходимо выполнить подготовку железобетонного перекрытия (очистку выпусков арматуры, нанесение разбивочных осей, нанесение рисков установочных осей, проверку отметок поверхности). Подвозка материалов выполняется с помощью бортовых автомобилей КАМАЗ 65117.

Надземная часть возводится с помощью крана TADANO MR250 и автобетононасоса АБН 65/21 (58150В), перемещение грузов и конструкций выполняется в границах временного защитно-охранного ограждения.

Для уменьшения опасной зоны потенциально опасных производственных факторов (зоны, устанавливаемой в зависимости от высоты подъема), перемещение грузов и конструкций от мест разгрузки, от площадок складирования до мест установки (монтажа) выполняется с минимальными, обеспечивающими производство работ, вылетом стрелы и высотой подъема крюка. Для обозначения зон опасной работы крана по всему периметру

Конструкции надземной части:

- Блоки 1, 3.

Прогоны покрытия из горячекатаных швеллеров с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97. Сечения прогонов подобраны из расчета на изгиб в двух плоскостях с учетом величины уклона стропильных балок. Сталь С345-5 по ГОСТ 27772-2015.

Стропильные балки сварные симметричного двутаврового сечения из листовой стали по ГОСТ 19903-74. Сталь С345-5 по ГОСТ 27772-2015.

Горизонтальные связи покрытия по верхним поясам стропильных балок из стальных гнутых замкнутых сварных квадратных профилей по ГОСТ 30245-2003. Сталь С255 по ГОСТ 27772-2015.

Колонны каркаса из двутавров с параллельными гранями полок типа К по СТО АСЧМ 20-93. Сталь С345-1 по ГОСТ 27772-2015.

Вертикальные связи по колоннам из стальных гнутых замкнутых сварных квадратных профилей по ГОСТ 30245-2003. Сталь С255 по ГОСТ 27772-2015.

Стойки торцевого фахверка из двутавров с параллельными гранями полок типа Ш по СТО АСЧМ 20-93. Сталь С345-1 по ГОСТ 27772-2015.

Ригели стенового фахверка из гнутых равнополочных швеллеров по ГОСТ 8278 83 и гнутых замкнутых сварных квадратных профилей по ГОСТ 30245-2003. Сталь С255 по ГОСТ 27772-2015.

Балки под перекрытие между осями Б-В/1-9 из двутавров с параллельными гранями полок типа Б по СТО АСЧМ 20-93. Сталь С255 по ГОСТ 27772-2015.

– Блок 2.

Колонны – сечением 400х400мм, выполнены из монолитного железобетона: бетон марки В25; арматура класса А400 ГОСТ 5781-82* – 25Г2С ГОСТ 5781-82*, А240 ГОСТ 5781-82* – Ст3пс ГОСТ 380-2005. Армирование колонн выполнено вязаными каркасами, шаг хомутов 200мм. Стыки вертикальной арматуры колонн (4Ø28А400) выполняются с помощью дуговой ручной сварки, многослойными швами, на стальной скобе-накладке (С19-Рм) по ГОСТ 14098-2014.

Ригели – сечением 400х500(н)мм, выполнены из монолитного железобетона, армируются сварными каркасами и отдельными опорными стержнями, объединенными в пространственные каркасы с помощью хомутов и шпилек: бетон В25; арматура класса А400 ГОСТ 5781-82* – 25Г2С ГОСТ 5781-82*, А240 ГОСТ 5781-82* – Ст3пс ГОСТ 380 2005. Анкеровка опорных стержней продольного рабочего армирования в крайних рамных узлах выполняется с помощью привариваемых анкерных пластин с раззенкованным.

Теплоизоляция стен – негорючие гидрофобизированные теплозвукоизоляционные плиты из минеральной ваты на основе горных пород габбро-базальтовой группы ТЕХНОВЕНТ Стандарт по ТУ 5762-010-74182181-2012, $\delta=150$ мм, коэффициент теплопроводности $\lambda_A=0,038$ Вт/(м.К).

Фасад – керамогранит Уральский (ООО "ЗКС" т.м. "Уральский гранит") на подсистеме с воздушным зазором «L-ВСт Краспан» (ТС 4593-15), утеплитель – «ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ» 150мм (ТУ 5762-010-74182181-2012).

Участки стен над покрытием высотой более 1,0 м (парапеты) выполняются из пустотелого кирпича марки КР-р-пу 250х120х88/1,4НФ/100/1,4/100/ГОСТ 530-12 на растворе марки 100, усилены монолитными железобетонными включениями, сечением 380х250мм и 250х250мм, заанкеренными в ригели и плиты перекрытия и армируются в горизонтальном направлении кладочными сетками (Ø5В500). Кладка стен должна соответствовать 2-й категории по сопротивлению сейсмическим воздействиям ($180\text{кПа} > R_p > 120\text{кПа}$). По верху стен запроектирован обвязочный железобетонный пояс, сечением 250х150(н) мм, связанный с вертикальными железобетонными сердечниками. Армирование сердечников и пояса выполнено вязаными каркасами. Бетон сердечников и пояса класса В15, рабочая арматура класса А400 ГОСТ 5781-82* – 25Г2С ГОСТ 5781-82*, поперечная – класса А240 ГОСТ 5781-82* – Ст3пс ГОСТ 380-2005.

Кирпичные перегородки выполняются кладкой II категории по сопротивляемости сейсмическим воздействиям ($180\text{кПа} > R_{pn} > 120\text{кПа}$) из пустотелого кирпича

марки КР-р пу 250x120x88/1,4НФ/100/1,4/50/ГОСТ 530-12, на цементно-песчаном растворе марки М100, со специальными добавками, повышающими сцепление раствора с кирпичом и армированные в горизонтальных швах арматурными кладочными сетками через 4 ряда кладки и крепятся к несущим конструкциям П-образными скобами из полосовой стали по ГОСТ 103-2006 С245 ГОСТ 27772-2015 толщиной 4 мм с шагом 1200 мм. Для обеспечения независимого деформирования перегородок предусмотрены антисейсмические швы между вертикальными торцевыми и верхней горизонтальной гранями перегородок и несущими конструкциями здания, ширина швов 20 мм. Швы заполняются негорючим базальтовым уплотнительным шнуром. Перемычки – металлические, из спаренных уголков, по ГОСТ 8509-93, из стали С255 по ГОСТ 27772-2015.

Вентиляционные шахты выполняются кладкой II категории по сопротивляемости сейсмическим воздействиям ($180 \text{ кПа} > R_{\text{рн}} > 120 \text{ кПа}$) из полнотелого кирпича КР-р-по 250x120x65/1НФ/100/2,0/100/ГОСТ 530-12, на цементно-песчаном растворе марки М100. Стены вентиляционной шахты толщиной 120 мм, армированные в горизонтальных швах арматурными кладочными сетками через 375 мм (5 рядов кладки).

Кровля – стропильная, плоская с организованным внутренним и внешним водостоком. Металлические прокатные изделия марки С255 по ГОСТ 27772-2015. Сварку арматурных изделий производить по ГОСТ 14098-2014, металлических изделий по ГОСТ 5264-80 электродами Э42а (ГОСТ 9467-75).

Работы по устройству монолитных железобетонных конструкций, кирпичную кладку стен, сварочные работы выполнять в соответствии с СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».

Металлические конструкции входных групп выполняются в виде навесов над железобетонными крыльцами. Сопряжение балок между собой и со стойками – шарнирное. Опирание стоек на железобетонное основание принято жёстким.

Используемые в строительстве арматурная проволока, арматурные стержни подвозятся бортовыми автомобилями и складываются на приобъектный склад. Арматурные каркасы изготавливаются непосредственно на площадке строительства.

Продолжительность строительства определена на основании СНиП 1.04.03-85. «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений» часть 2, раздел 3, п.4 и составляет 16,5 месяцев.

Продолжительность строительства рассчитана на основании нормативных документов и является предельной. Она охватывает весь период: от передачи площадки заказчиком подрядчику до сдачи объекта в эксплуатацию.

Общая продолжительность строительства определена календарным графиком с учетом технологической последовательности работ зданий и сооружений, а также рационального использования строительных механизмов.

Литература

1. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200000622/> (дата обращения: 23.03.2025).
2. Разработка проектно-сметной документации для строительства Дома Культуры в р.п. Култук, Слюдянского района, Иркутской области. – URL: <https://zakupki.kontur.ru/0134300051518000001/> (дата обращения: 25.03.2025).

Construction of a cultural center with a sports and recreation complex in the village of Kultuk

O.E. Volkova, D.V. Badrin^a

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^adbadrin@gmail.com

Keywords: house of culture, construction, sports and recreation complex, building, block, foundation construction, concrete laying, installation of an above-ground part, crane, concrete truck pump.

The article reflects the relevance of the construction of houses of culture with physical culture and recreation complex in rp. A slave. The basic concepts of the construction of the underground and above-ground parts of such a building are considered. The main mechanisms used in the construction of the building are specified. It was noted that for the production of special construction and installation works are involved local, having the appropriate tolerance of SRO, specialized organizations in accordance with agreements with the general contractor. Affected matters on the contractor of the works, which is a local, having the appropriate SRO tolerance, general contracting organization on the basis of a contract of contract works concluded with the Customer. Calculated duration of construction.

УДК 69.058,69.059,69.07

Оценка работы фасадных систем при воздействии динамических нагрузок

О.Е. Волкова^a, Т.С. Власова, А.Ю. Волкова^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^bТомский политехнический университет проспект Ленина, 30, г. Томск, Россия

^aolyavolkovapochta@rambler.ru

Ключевые слова: фасадные системы, динамическая устойчивость, предельные состояния, виброплатформа.

В статье рассмотрены параметры предельного состояния фасадных систем, критерии для оценки сейсмостойкости фасадных систем, приведен анализ результатов натурных динамических испытаний фасадных систем. Затронуты вопросы создания динамических воздействий на фасадные системы, где использовалась специальная виброплатформа маятникового типа, подвешенная на гибких (из полосовой стали) силовых связях к опорной силовой раме. Сделан вывод о том, что в процессе испытаний ускорение виброплатформы по данным акселерометров, установленных на ней, колебалось от 84,6 до 839,5 см/с², что эквивалентно сейсмическому воздействию 6,8±10,1 баллов.

Основным свойством, определяющими надежность ФС при воздействии динамических нагрузок, является ее способность сохранять определенные эксплуата-

ционные свойства (т.е. надежность), характеризующуюся предельными состояниями в соответствии с ГОСТ 27751-88 «Надежность строительных конструкций и оснований».

Предельные состояния ФС подразделяются на две группы:

- первая группа включает предельные состояния, которые ведут к полной непригодности к эксплуатации конструкции ФС или к полной (частичной) потере несущей способности ее основных элементов и креплений;
- вторая группа включает нормальную эксплуатацию ФС. предельные состояния, затрудняющие

Предельные состояния первой группы характеризуются:

- разрушением креплений и элементов ФС любого характера (пластическим, хрупким, усталостным);
- потерей устойчивости формы составных элементов ФС, приводящей к полной непригодности системы;
- потерей устойчивости положения элементов и узлов соединений ФС;
- переходом ФС или ее части в изменяемую систему;
- качественным изменением конфигурации;
- другими явлениями, при которых возникает необходимость прекращения эксплуатации (например, чрезмерными деформациями в результате сдвига в соединениях, раскрытия швов и пр.).

Параметры предельных состояний непосредственно ФС для идентификации их технического состояния в настоящее время отсутствуют и являются предметом отдельного исследования.

В связи с этим предложен следующий подход:

1. Уровень внешнего воздействия определяется по результатам натурных испытаний и принимается в сравнении с данными инструментальной части макросейсмической шкалы MSK-64 по ГОСТ Р 22.0.03-95, которые приведены в табл. 1 и 2.

2. В качестве меры повреждений основной несущей системы принята описательная часть макросейсмической шкалы MSK-64. В соответствии с параметрами внешнего воздействия. В табл. 3 даны критерии для оценки сейсмостойкости фасадных систем. За основу приняты критерии, приведенные в исследованиях [6].

Для создания динамических воздействий на фасадные системы использовалась специальная виброплатформа маятникового типа, которая подвешена на гибких (из полосовой стали) силовых связях к опорной силовой раме. Рама жестко закреплена в силовой пол лабораторного корпуса. Активация платформы осуществляется вибромашиной ВИД-12 С, установленной на консоли маятниковой платформы.

Таблица 1

Соответствие уровня воздействия инструментальным значениям ускорений

I , балл, MSK-64	Ускорения A [5] м/с^2	Ускорения A согласно MSK-64, м/с^2	Предложения по базовым ускорениям A [4] согласно региональной шкале Прибайкалья, м/с^2	Ускорения A_b По СНиП-II 7-81*, м/с^2
5	-	-	-	-
6	$0,28 \div 0,56$	$0,25 \div 0,50$	$0,191 \div 0,51$	0,05
7	$0,56 \div 1,12$	$0,50 \div 1,00$	$0,51 \div 1,32$	1,00
8	$1,12 \div 2,24$	$1,00 \div 2,00$	$1,32 \div 3,47$	2,00
9	$2,24 \div 4,48$	$2,00 \div 4,00$	-	4,00
10	-	-	-	-

Таблица 2

Соответствие воздействий инструментальным значениям ускорений

Интенсивность динамического воздействия в баллах	Интервалы максимальных ускорений грунта, см/с ² , при периоде 0,1 с и более	Интервалы максимальных скоростей колебаний грунта, см/с	Интервалы максимальных смещений маятника сейсмометра СБМ с периодом колебаний 2,5 сек, мм
5	-	-	-
6	30÷60	3,0÷6,0	1,5÷3,0
7	61÷120	6,1÷12,0	3,1÷6,0
8	121÷240	12,1÷24,0	6,1÷12,0
9	241÷480	24,1÷48,0	12,1÷24,0

Таблица 3

Критерии для оценки сейсмостойкости фасадных систем

Степень повреждений, <i>d</i>	Уровень повреждения	Характерные особенности и количественные показатели повреждения	Группа предельных состояний	Макс. смещение ФС, см
1	2	3	4	5
0	Повреждений нет	Видимых повреждений нет		-
I	Легкие повреждения	– смещение плиток относительно опорных элементов (кляммеров) не более 0,5 см; – отдельные мелкие сколы плиток;	I	< 2,0
II	Легкие повреждения конструкций	– смещение плиток относительно опорных элементов (кляммеров) на 0,5 – 1,0 см; – сколы плиток на площади до 5%;		2,0–8,0
III	Умеренные повреждения конструкций	– незначительная потеря устойчивости формы составных элементов и узлов ФС; – смещение плиток относительно опорных элементов (кляммеров) 45 смещения ФС СМ III на 1-1,5 см; – сколы плиток на площади до 10 %; – выпадение плиток местами; – отдельные повреждения заклепочных соединений в виде смещений осей заклепок от проектного положения.		
IV	Сильные повреждения конструкций	– частичная потеря устойчивости формы составных элементов и узлов соединений. В том числе: – местные прогибы отдельных элементов несущих конструкций (кронштейны, направляющие); – относительные смещения плиток ФС более 1,5 см; – выпадение плиток на площади до 20 %	II	
V	Обрушение	– разрушения креплений и элементов ФС любого характера; – полная потеря устойчивости формы составных элементов и узлов соединений ФС;		> 8,0

1	2	3	4	5
		– переход ФС или ее части в изменяемую систему; – качественное изменение конфигурации ФС и ее элементов; – чрезмерные деформации в результате сдвига в соединениях раскрытия швов между элементами системы, раскрытие швов; выпадание плиток на площади более 50 %		

Вибромашина ВИД-12 С позволяет обеспечивать необходимые параметры динамических воздействий на исследуемые образцы в широком диапазоне частот инерционных нагрузок путем возбуждения механических колебаний платформы в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

На рис. 1 показан общий вид виброплатформы с установленным на ней стендом, к которому в свою очередь крепятся фрагменты навесных фасадных систем.

Управление ВИД-12 М осуществляется с пульта управления, расположенного в электрошкафу.

Регистрация и измерение сигналов проводилось при помощи специализированного измерительно-вычислительного комплекса МИС-036, предназначенного для сбора, преобразования, регистрации, обработки, передачи и представления информации, поступающей с датчиков.



Рис. 1. Виброплатформа с фрагментом НФС

Измерительно-вычислительный комплекс МИС-036 дополнительно укомплектован ноутбуком со специализированным пакетом прикладных программ и периферийных устройств, необходимых для автоматизированного процесса обработки сигналов, а также для документирования результатов обработки (рис. 2).

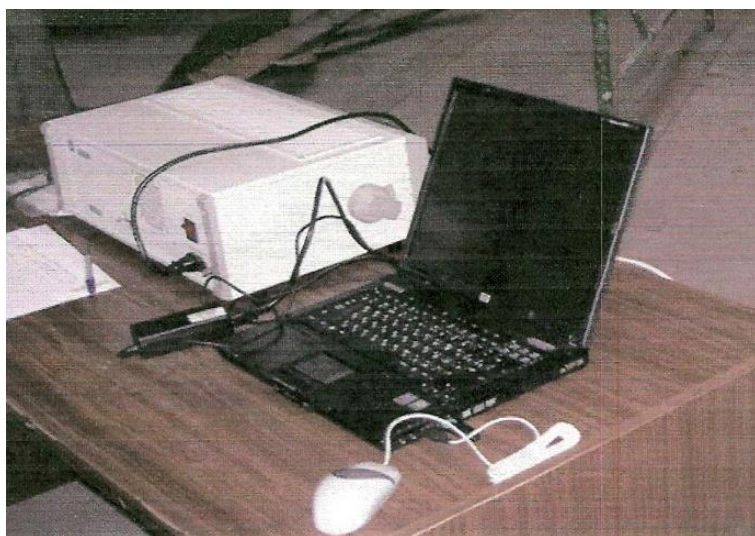


Рис. 2. Измерительно-вычислительный комплекс МИС-036 с ноутбуком

Для измерения ускорений, частот колебаний, а также динамических перемещений применяются однокомпонентные датчики – акселерометры АТ 1105-10м (рис. 3).

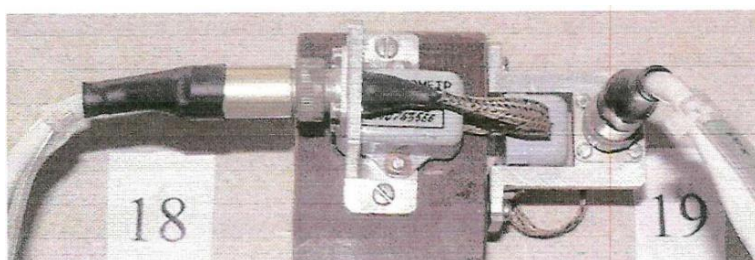


Рис. 3. Датчики – Акселерометры АТ 1105-10м

Количество датчиков на виброплатформе и фасадных системах назначалось таким образом, чтобы можно было замерить горизонтальные ускорения и деформации виброплатформы и элементов НФС.

Акселерометры устанавливались в местах, где ожидалось развитие максимальных ускорений и перемещений.

Для контроля задаваемых нагрузок датчики были установлены на платформе, вблизи источника загрузки (рис. 4).

Общее количество контролируемых точек (количество акселерометров) – 3. Схема расстановки датчиков показана на рис.4 при этом:

- датчик 1-6-3 был установлен непосредственно на раме платформы;
- датчики 1-4-4 и 1-8-4 установлены на вертикальных направляющих НФС.

Уровень внешнего воздействия по результатам натурных испытаний

Анализ результатов натурных динамических испытаний ФС «Альт- Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» позволяет отметить следующее:

- в процессе испытаний ускорение виброплатформы по данным акселерометров, установленных на ней, колебалось от 84,6 до 839,5 см/с², что эквивалентно сейсмическому воздействию $6,8 \pm 10,1$ баллов.

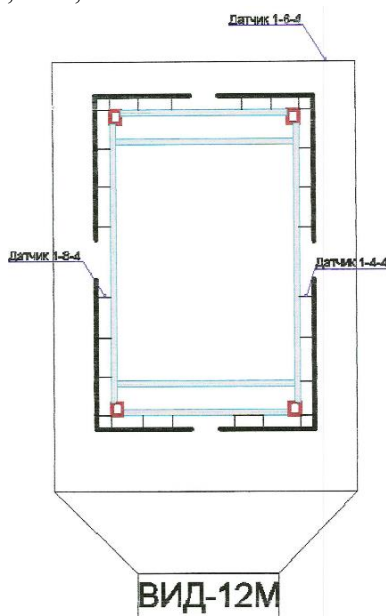


Рис. 4. Схема расстановки акселерометров на стенде и НФС

На рис. 5. приведена схема расстановки датчиков – акселерометров на конструкциях фасадной системы.

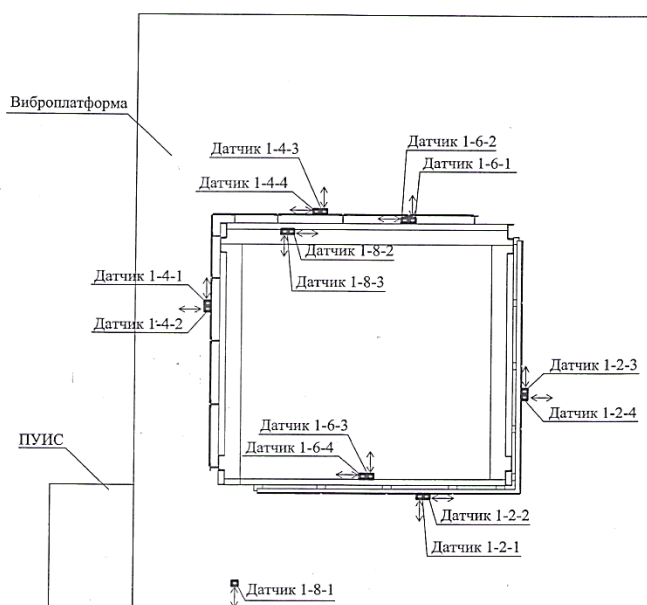


Рис.5. Схема расположения датчиков

По результатам данных замеров динамических характеристик ФС при различных уровнях сейсмических воздействий на конструкцию установлено:

– в процессе испытаний ускорение виброплатформы по данным акселерометров, установленных на ней, колебалось от 84,6 до 839,5 см², что эквивалентно сейсмическому воздействию 6,8÷10,1 баллов. Частоты колебания системы изменялись в интервале от 3,1 до 18 Гц. Амплитуды колебаний системы изменялись от 0,01 до 16,1 мм. При этом ускорение в разных точках фасадной системы колебалось от 0,06 до 3026,1 см/с².

– в процессе испытаний при совпадении величин собственных частот колебаний ФС с частотами колебаний виброплатформы имел место резонанс. Это явление наблюдалось при колебаниях системы с частотой $f = 7,47$ Гц, при амплитуде $A = 1,1$ мм. При резонансе эксплуатационная надежность фасадной системы (элементов и узловых соединений) не была нарушена.

– получены осциллограммы, записанные с датчиков. По результатам обработки на ЭВМ полученных по испытаниям осциллограмм с помощью специальных программ выделены спектры пиковых значений ускорений и амплитуд колебаний элементов системы

Литература

1. Айзенберг Я.М., Акбиев Р.Т., Смирнов В.И., Чубаков М.Ж. «Динамические испытания и сейсмостойкость навесных фасадных систем». Ж. «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений» №1, 2008г. стр. 13-15.
2. MSK-64. Шкала сейсмической интенсивности MSK. 1964.
3. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 30546.1-98 «Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости».
4. Методические рекомендации по инженерному анализу последствий землетрясений. ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко ГОССТРОЯ СССР. – М., 1980, 62 с.
5. Назаров А.Г., С.С. Дарбинян. Шкала для определения интенсивности сильных землетрясений на количественной основе. // В. кн.: Сейсмическая шкала И методы измерения сейсмической интенсивности. Академия наук СССР. Межведомственный совет по сейсмологии и сейсмостойкому строительству (МСССС) при президиуме АН СССР. М.: Наука, 1975.
6. Отчет по результатам натурных испытаний фрагментов навесных вентилируемых фасадов «ДИАТ». ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко М., 2007.
7. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. /Стандартинформ. – М.: АО «НИЦ «Строительство» – НИИЖБ, 2019 – 119 с.

Performance evaluation of facade systems when exposed to dynamic loads

O.E. Volkova^a, T.S. Vlasova, A.Yu. Volkova^b

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^bTomsk Polytechnic University Lenina Avenue, 30, g. Tomsk, Russia

^aolyavolkovapochta@rambler.ru

Keywords: façade systems, dynamic stability, limit states, vibrating platform.

The paper reviews the limit state parameters of facade systems, criteria for evaluating the seismic resistance of facade systems, and analyzes the results of natural dynamic tests of facade systems. The issues of creating dynamic impacts on facade systems were addressed, where a special pendulum-type vibrating platform suspended on flexible (strip

steel) force ties to the supporting force frame was used. It was concluded that during the tests, the acceleration of the vibrating platform according to the data of the accelerometers installed on it ranged from 84.6 to 839.5 cm/s², which is equivalent to a seismic impact of 6.8±10.1 points.

УДК 69.059.3, 692

Анализ и оценка технического состояния строительных конструкций здания общежития ГБПОУ «БПромТ»

О.Е. Волкова^а, В.В. Дементьев^б

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аolyavolkovapochta@rambler.ru, ^бdementievovova@gmail.com

Ключевые слова: здание, конструкции, фасад, кровля, анализ, оценка.

В данной статье проводится оценка технического состояния строительных конструкций здания общежития ГБПОУ «БПромТ» на основе визуального обследования. Затронуты вопросы обследования, которое помогает разработать мероприятия по восстановлению их эксплуатационных качеств и возможность дальнейшей безаварийной эксплуатации, а также позволяет определить, соответствует ли объект нормативным требованиям и нужно ли его восстановить или усилить и помогает установить состав и объём работ. Сделан анализ условий эксплуатации, анализ технической документации и анализ технического состояния конструкций. В процессе обследования фасадов общежития выполнена оценка состояния фасадов, проведены необходимые мероприятия по восстановлению и проведен анализ теплоизоляционного состояния.

В наши дни обследование зданий и сооружений актуально, так как выявляет причины преждевременного износа и понижения несущей способности конструкций. Обследование помогает разработать мероприятия по восстановлению их эксплуатационных качеств и возможность дальнейшей безаварийной эксплуатации. Кроме этого, обследование позволяет определить, соответствует ли объект нормативным требованиям и нужно ли его восстановить или усилить и помогает установить состав и объём работ.

Работы по обследованию фасадов, козырьков и кровли здания общежития Братского промышленного техникума проводилось в 2021 и 2024 г.

Здание расположено: Иркутская область, г. Братск, ул. Погодаева, д. 11а.

Целями работы являлись:

1. полевые работы на сооружении по обмерам, наружный осмотр фасадов с установлением степени аварийности;
2. внутренний и наружный осмотр утеплителя и гидроизоляции кровли с установлением степени аварийности;
3. фотофиксация объекта;
4. фотографирование дефектов и повреждений;
5. составление Технического отчета по результатам обследования с выводами, указаниями и рекомендациями по дальнейшей эксплуатации.

При работе были использованы и изучены:

1. Технический паспорт на жилое здание общежитие, расположенный по адресу: Иркутская область, город Братск, жилой район Энергетик, улица Погодаева 11. Паспорт составлен по состоянию на 25 января 2006г.

2. Установление степени повреждения и категории технического состояния оценивались в соответствии с разделом 3 ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения.

Правила обследования и мониторинга технического состояния» по одному из следующих типов:

1. Нормативное техническое состояние: Категория технического состояния, при которой количественные и качественные значения параметров всех критериев оценки технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений, включая состояние грунтов основания, соответствуют установленным в проектной документации значениям с учетом пределов их изменения;

2. Работоспособное техническое состояние: Категория технического состояния, при которой некоторые из числа оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта или норм, но имеющиеся нарушения требований в конкретных условиях эксплуатации не приводят к нарушению работоспособности, и необходимая несущая способность конструкций и грунтов основания с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений обеспечивается.

3. Ограниченно-работоспособное техническое состояние: Категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, при которой имеются крены, дефекты и повреждения, приведшие к снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения, потери устойчивости или опрокидывания, и функционирование конструкций и эксплуатация здания или сооружения возможны либо при контроле (мониторинге) технического состояния, либо при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или усилению конструкций и (или) грунтов основания и последующем мониторинге технического состояния (при необходимости);

4. Аварийное состояние: Категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании несущей способности и опасности обрушения и (или) характеризующаяся кренами, которые могут вызвать потерю устойчивости объекта.

Описание объекта:

Здание общежития находится по адресу: Иркутская область, г. Братск, ул. Погодаева, д. 11 а.

Здание бескаркасное, с наружными стенами из кирпича. Размеры здания 55×15 м. Высота здания 16 м. 5 этажей. Кровля вальмовая (четырёхскатная), с покрытием профлист (на момент обследования в Августе 2024 г.).

Характеристика основных конструктивных решений показана в табл. 1.

Используемые приборы и оборудование:

При обследовании применялись следующие приборы и инструменты:

- рулетка;
- цифровой фотоаппарат Nikon Coolpix L810;
- лазерный дальномер Leica DISTO plus;
- теодолит ТEO 20 Vega.

Все измерительные приборы прошли государственную поверку, сертифицированы и пригодны к работе.

Таблица 1

Характеристика основных конструктивных решений

Наименование конструкции	Характеристика основных строительных конструкций
Облицовка ограждающей конструкции	Штукатурка
Конструкция ограждающей конструкции	Стены кирпичные толщиной 640 мм. Штукатурный слой 20 мм
Покрытие кровли	Асбестоцементные листы по деревянной обрешетке
Конструкцией кровли	Кровля скатная (вальмовая), выполненная из деревянных конструкций по плитам покрытия. Утепление чердачного перекрытия выполнено керамзитом толщиной 300 мм
Покрытие козырьков	Асбестоцементные листы по деревянной обрешетке. Стропила устроены по железобетонным плитам козырьков

Предварительное визуальное обследование:

На момент обследования, существующее здание, используется как общежитие.

Полевые работы по обследованию фасадов проводилось в декабре 2021 и августе 2024 г., путем визуального осмотра, инструментальных замеров с фотофиксацией.

Выполнены детальные замеры геометрических размеров фасадов в плане, высотных отметок. Так же размеров кровли в плане, высотных отметок элементов кровли и несущих конструкций, размеров поперечных сечений конструкций, их расположение в плане.

При визуальном обследовании выявлены трещины на штукатурном слое, повреждение цоколя, отсутствие и повреждение штукатурного слоя в результате воздействия атмосферных осадков, отсутствие отмостки с обоих торцов здания, повреждение отмостки Западного и Восточного фасадов (трещины, просадка и подъем отмостки, рост травы). Техногенное повреждение фасадов в местах монтажа водосточных труб.

Выявлены следы множественных протечек кровли, обрешетка подвержена микробиологическому повреждению (гниению), 20% деревянных конструкций стропильной системы подвержены гниению. Утеплитель из керамзита замочен, вследствие протечек с кровли.

Оценка состояния фасадов и необходимые мероприятия по восстановлению.

Категория технического состояния кровли учебного здания принята по разделу 3 ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», на основании визуально-инструментального обследования и теплотехнического расчета.

Вследствие физического износа асбестоцементных листов, а также несоответствии существующим требованиям по теплопередаче, техническое состояние кровли оценивается как *ограниченно-работоспособное*.

Вследствие гниения древесины козырьков и разрушения асбестоцементных листов, техническое состояние козырьков оценивается как *ограниченно-работоспособное*.

Вследствие воздействия атмосферных осадков, а также несоответствии ограждающих конструкций существующим требованиям по теплопередаче, техническое состояние фасадов оценивается как *ограниченно-работоспособное*.

Выводы и рекомендации.

В процессе обследования фасадов общежития проведен анализ технического и теплоизоляционного состояния.

Техническое состояние плит покрытия в целом характеризуется как *работоспособное*. Имеются незначительные следы протекания кровли.

Техническое состояние крыши, кровли и козырьков оценивается как *ограниченно-работоспособное*.

Техническое состояние фасадов в целом характеризуется как *работоспособное*.

В целях обеспечения работоспособного состояния ограждающих конструкций, с учетом выявленных дефектов и повреждений, необходимо выполнение следующих мероприятий:

1. Выполнить частичную замену штукатурного слоя.
2. Выполнить ремонт трещин на фасаде.
3. Выполнить работы по устройству отмостки
4. Утепление наружных стен с устройством системы вентилируемых фасадов.
5. Произвести полную замену утеплителя на современные материалы.
6. Выполнить капитальный ремонт кровли с заменой обрешетки (100 %) и частичной заменой стропил (20 %).
7. Выполнить капитальный ремонт козырьков с полной заменой деревянных конструкций (100 %).

Литература

1. ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»
2. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»
3. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» №384-ФЗ от 30.12.2009 г.

Analysis and assessment of the technical condition of the building structures of the dormitory of GBPOU "BPromT"

O.E. Volkova^a, V.V. Dementiev^b

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^aolyavolkovapochta@rambler.ru, ^bdementievvova@gmail.com

Keywords: building, structures, facade, roof, analysis, assessment.

This article evaluates the technical condition of the construction structures of the hostel building of GBPOU "BPromT" on the basis of a visual survey. The survey issues affected, which helps to develop measures to restore their operational qualities and the possibility of further safe operation, as well as allows to determine whether the object meets the regulatory requirements and whether it is necessary to restore or strengthen and helps to establish the composition and volume of works. Analysis of operating conditions, analysis of technical documentation and analysis of technical condition of structures. In the process of surveying the facades of the hostel, the assessment of the condition of the facades was carried out, the necessary restoration measures were carried out and the analysis of the thermal insulation condition was carried out.

Проектирование дома культуры в г. Пятигорске

О.Е. Волкова, Э.В. Мартынова^а

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аela.martynova.9@mail.ru

Ключевые слова: дом культуры, целевая программа, сфера культуры, конструктивная схема, конструкции.

В данной статье проводится актуальность строительства досуговых домов в России, в частности в малых городах. Рассмотрен проект дома культуры, его объемно-планировочные и конструктивные решения. Затронуты вопросы культурного досуга в современном обществе, который играет важную роль и является неотъемлемой частью жизни каждого человека. Отражены основные цели исследования, где в рамках проектирования необходимо выполнить расчет основных несущих конструкций здания, разработать технологию и организацию работ по возведению надземной части здания, а также предусмотреть безопасность жизнедеятельности и охрану окружающей среды на период строительства дома культуры.

Одним из глобальных проектов осуществления государственной социокультурной политики в РФ является создание многофункциональных культурных центров в России, в частности в малых городах.

Культурный досуг в современном обществе играет важную роль и является неотъемлемой частью жизни каждого человека. Для снятия эмоционального и психологического напряжения, приобретения новых знаний и расширения круга общения каждому человеку необходимо дать возможность посещать различные выставки, спектакли, концерты, представления, творческие студии, кружки. Поэтому в последние годы проблемам культуры и досуга в нашей стране уделяется особое внимание.

Приняты Федеральная целевая программа «Культура России», документы стратегического планирования «Основы государственной культурной политики России» и «Стратегия государственной культурной политики на период до 2030 года». Как отмечается в Федеральной целевой программе «Культура России», приоритетом государственной политики в области культуры является решение таких задач, как развитие творческого потенциала нации, обеспечение широкого доступа всех социальных слоев к ценностям отечественной и мировой культуры, а также сохранение культурных ценностей и традиций народов Российской Федерации [1].

Как показывает практика, в крупнейших городах нашей страны проблема удовлетворения потребности местного населения в здоровом досуге так или иначе решена, в отличие от более мелких городских образований. Поэтому создание МФКЦ так важно разработать на примере относительно небольшого города.

В настоящее время Правительство РФ уделяет достаточное внимание государственной политике в сфере культуры. Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 № 317 принята государственная программа Российской Федерации «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие культуры"», реализация которой рассчитана до 2024 года. В данной программе отмечаются проблемы в сфере культуры, которые остаются нерешенными, в том числе недостаточный уровень обеспеченности населения организациями культуры; низкий уро-

вень доступности культурных форм досуга для жителей сельской местности и небольших городских поселений; высокая степень изношенности зданий муниципальных учреждений культуры [2–4].

Целью исследования является проектирование дома культуры в г. Пятигорске (рис. 1).



Рис. 1. Фасад И-А

Здание дома культуры двухэтажное с подвалом, имеет сложную форму в плане с размерами в осях $45,29 \times 37,50$ м. Высота первого этажа – 3,60 м. Высоты второго этажа – 3,30 м от пола до потолка. Высоты подвала – 3,30; 3,75 и 3,90 м. высота зрительного зала 8,70 м до низа фермы покрытия. Наивысшая отметка здания равна – +11,500. За условную отметку #0.000 принят уровень чистого пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметке 387, 10 по генплану (рис.1).

Конструктивная схема здания – ж.б. рамный каркас с заполнением из штучной кладки, воспринимающей горизонтальные нагрузки.

Вместимость дома культуры:

- зрелищная часть – 400 человек;
- клубная часть – 200 человек, в том числе группы помещений:
- для отдыха и развлечений – 50 человек;
- лекционно-информационная – 50 человек;
- кружково-студийная – 100 человек.

Общая вместимость клуба – 600 человек.

За условную отметку +0.000 принят уровень чистого пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметке 387,10.

Высота подвального этажа переменная, наибольшая высота – 3,90 м. наименьшая – 3,30 м. Высота первого этажа – 3,60 м. Высота второго этажа – от 3,00 м до 3,72 м. Высота здания от нулевой отметки до конька кровли равна 11,50 м.

В подвале расположены служебно-бытовые помещения, а также помещения клубной части здания: кружково-студийные. На первом этаже расположены помещения зрелищной части здания, служебно-бытовые помещения, помещения клубной части здания: для отдыха и развлечений, кружково-студийные. На втором этаже расположены служебно-бытовые помещения, помещение зрелищной части здания, а также помещения клубной части здания: кружково-студийное, лекционно-информационное.

Зрительный зал включает места для зрителей и демонстрационный блок (рис. 2).

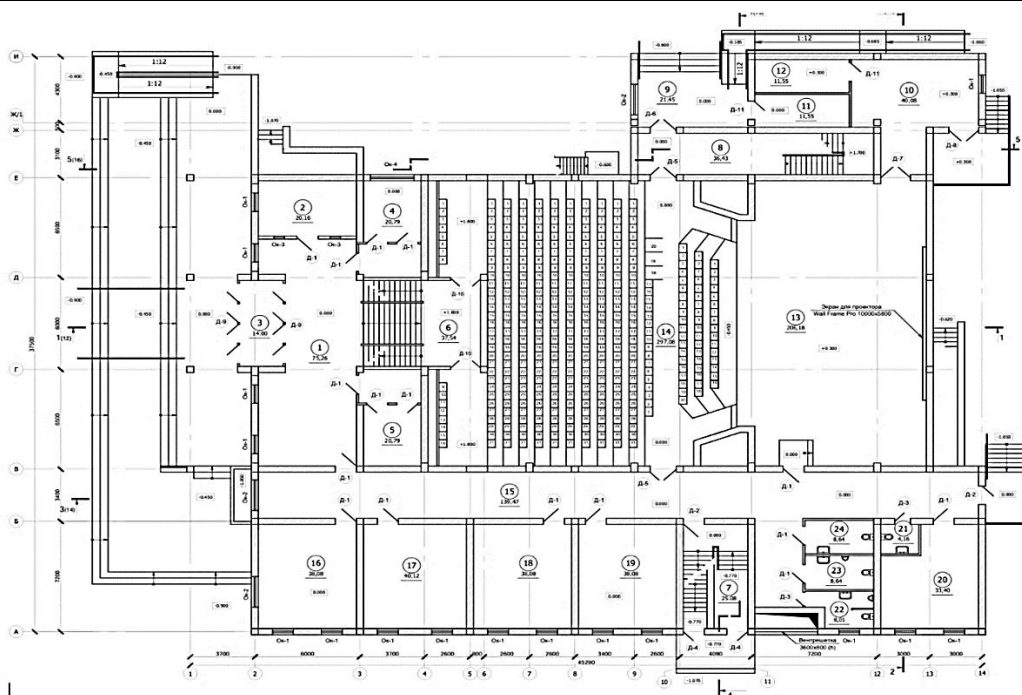


Рис. 2. План на отм.0,000

Демонстрационные помещения состоят из игровой площадки (эстрады) и помещений, её обслуживающих. В зале, предназначенном для проведения собраний, видеопрезентаций, концертных программ, театральных постановок, концертов профессиональных и самодеятельных коллективов, предусмотрена порталная эстрада типа Б – с высотой, допускающей скрытое от зрителей размещение осветительной аппаратуры, обеспечивающей возможность проведения помимо указанных мероприятий спектаклей со стационарными декорациями. В клубе устроен отдельный наружный вход для персонала в помещения, обслуживающие игровую площадку, которые расположены с правой стороны от зрительного зала. План на отм.0,000 показан на рис. 2.

Площадь зрительской части зала – 297,08 м², площадь эстрады – 206,18 м².

Эстрада имеет плоский планшет, на ее плоскости нет преград, препятствующих передвижению людей. Для подъема на эстраду кроме лестниц предусмотрен мобильный подъемник-ступенькоход «ПУМА-УНИ-130».

Площадь порталной эстрады делится на две части: видимую зрителю – игровую, на которой происходит действие, и невидимую – закулисную, служащую для передвижения актеров, размещения механизмов, дежурных декораций. Связь эстрады с полом зала осуществлена открытыми лестницами.

Помещения технологического обеспечения эстрады расположены за задней стеной зрительного зала, с обеспечением прямой видимости, на высоте от уровня пола последнего ряда зрительного зала -3,764 м.

Проекционное полотно (экран) для проведения киносеансов и видеопрезентаций расположено на задней стене эстрады и обслуживается звукопроекционной.

Общее число посадочных мест в зрительном зале проектируемого объекта – 400.

Количество рядов и мест в зрительном зале: десять рядов, имеющих 31 место, один ряд – 20 мест.

Расстояние между передней границей эстрады и спинками сидений первого ряда зрительских мест – 1,5 м. Высота эстрады – 8,10 м. (от уровня планшета до потолка). Высота уровня планшета эстрады над уровнем пола первого ряда зрительских мест – 0,75 м. Зрительный зал запроектирован с учетом установки в нем полумягких кресел с откидными сиденьями. Расстояние между спинками кресел (глубина ряда) – 0,9 м, ширина прохода в ряду – 0,45 м.

Места для инвалидов, предусмотренные в отдельном ряду зрительного зала, в поперечном проходе, обеспечены удобными путями эвакуации с двумя выходами в противоположные стороны. Ширина прохода в местах размещения инвалидов – 1,5 м.

Фундаменты – ленточные монолитные железобетонные перекрестного типа лент из бетона класса В 20 толщиной 500 мм по бетонной подготовке толщиной б=100 мм из бетона класса В 7,5. Основанием фундаментов является галечниковые грунты.

Стены подвала – из сборных бетонных блоков по ГОСТ 13579-78* с перевязкой швов не менее 1/2 высоты блока. Для заполнения швов между блоками применяется цементный раствор марки М 50.

В качестве заполнения каркаса используются полнотелые лёгкобетонные стеновые пеноблоки марки по прочности М 50 по ГОСТ 6133-99 с размерами 390×190×188 мм на цементно-песчаном растворе М 50 с добавлением в раствор спецдобавок, для повышения нормального сцепления. Плотность пеноблоков – 1 400 кг/м³. Кладка ПО сопротивляемости сейсмическим воздействиям – II категории с R,"≥120 кПа. Кладка стен армируется сетками с шагом 600 мм по высоте, общей площадью сечения не менее 1 см² в горизонтальных швах и пропускается через тело колонны.

Межкомнатные перегородки толщиной 120 и 200 мм пеноблоки по ГОСТ 6133-99 Перегородки соединяются с колоннами, несущими стенами, а при длине более 3,0 м – и с перекрытиями. Перегородки армируются по высоте сетками из арматуры 5 Вр1 с ячейками 50×50 мм. В дополнение к горизонтальному армированию, перегородки усиливаются вертикальными двухсторонними арматурными сетками, установленными в слоях цементного раствора марки М 100 толщиной 25–30 мм. Перегородки толщиной 60 мм – кирпичные из кирпича по ГОСТ 530-2012. Для обеспечения независимого деформирования перегородок предусматриваются антисейсмические швы 30 мм между вертикальными торцевыми и верхней горизонтальной границами перегородок и несущими конструкциями здания. Швы заполняют упругим эластичным материалом.

Пилоны – монолитные железобетонные сечением 400×1200 мм из бетона класса В 25.А 400, А 240.

Армирование монолитных ж.б. конструкций выполняется арматурой класса А 500 с.

Перекрытия – сборные железобетонные многопустотные плиты толщиной 220 мм по

серии 1.141.1-40с. Монолитные участки из бетона класса В 20.

Фермы покрытия над зрительным залом пролетом 19,0 м – металлические из квадратных труб.

Лестницы – монолитные железобетонные.

Кровля – из профнастила марки Н 60-845-08 и сэндвич-панелей «Металл Профиль» толщиной 150 мм с полимерным покрытием.

Предусмотрен комплекс мероприятий по гидроизоляции фундаментов и наружных стен подземных частей здания. Вертикальные поверхности стен, соприкасающихся с грунтом, обмазываются горячей битумной мастикой «Технониколь» марки МГТН-24 за 2 раза по слою Праймера «Технониколь». Горизонтальная гидроизоляция выполнена из цементного раствора состава 1:2.

Колонны рам – монолитные железобетонные сечениями 400×400 и 400×600 мм из бетона класса В 25 (рис. 3).

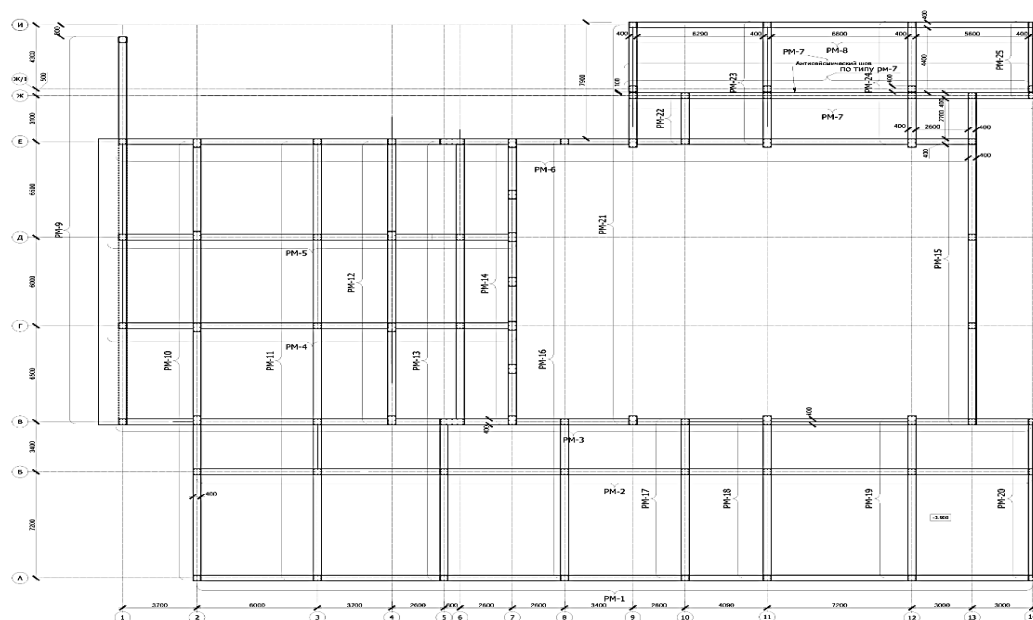


Рис. 3. Схема расположения каркаса рам (сквозное сечение рам-вид сверху)

Ригели рам – монолитные железобетонные из бетона класса В 25. Примыкание ригелей в узлах рам – жесткое (рис. 4).

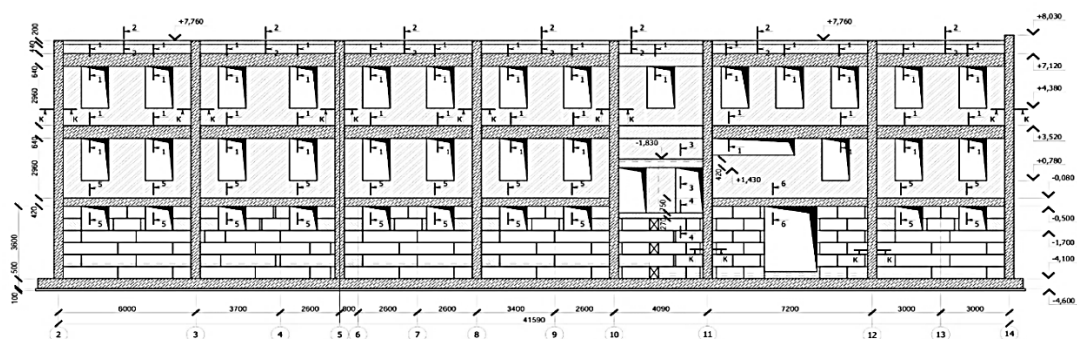


Рис. 4. Рама монолитная РМ-1

В рамках проектирования необходимо выполнить расчет основных несущих конструкций здания, разработать технологию и организацию работ по возведению надземной части здания. Предусмотреть безопасность жизнедеятельности и охрану окружающей среду на период строительства дома культуры.

Литература

1. О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Развитие культуры» Постановление Правительства РФ от 31 марта 2021 г. № 516. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573275774/> (дата обращения 12.04.2025 г.).
2. «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие культуры"». Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 317. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499091763/> (дата обращения 12.04.2025г.).
3. Программа создания центров культурного развития в малых городах и сельской местности Российской Федерации: утв. распоряжением Правительства РФ от 26 декабря 2014 года № 2716-р (с изменениями на 23 ноября 2020 года). Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420244623/> (дата обращения 25.04.2025 г.).
4. Стратегия государственной культурной политики на период до 2030 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 29 февраля 2016 года № 326-р. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. –URL: <https://docs.cntd.ru/document/420340006/> (дата обращения 18.04.2025 г.).

Designing a cultural center in Pyatigorsk

O.E. Volkova, E.V. Martynova^a

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^aela.martynova.9@mail.ru

Keywords: house of culture, target program, cultural sphere, constructive scheme, structures.

This article presents the relevance of the construction of leisure houses in Russia, especially in small towns. The project of the house of culture, its volumetric planning and structural solutions are considered. The issues of cultural leisure in modern society, which plays an important role and is an integral part of everyone's life, are affected. The main objectives of the study are reported, where as part of the design it is necessary to perform the calculation of the main load-bearing structures of the building, to develop technology and organization of works on construction of the above-ground part of the building, as well as to provide for the safety of life and environmental protection for the period of construction of the house of culture.

УДК 004.89

Искусственный интеллект для контроля качества строительных работ

В.В. Голобоков^a, В.М. Камчаткина

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^avadimfiren@mail.ru

Ключевые слова: искусственный интеллект; строительство; оценка строительно-монтажных работ; СМР.

В данной статье приведен анализ применения искусственного интеллекта (ИИ) для контроля качества строительных работ. Отмечено, что в России ИИ в данной

области пока не получил широкого распространения. Однако потенциал ИИ велик: он может значительно повысить эффективность процессов оценки качества строительно-монтажных работ. Нормативная база оценки качества СМР активно развивается, включаются новые материалы и технологии, что увеличивает объем необходимой информации. Один специалист не в состоянии охватить весь массив знаний и опыта. Применение ИИ в этой области представляется перспективным, хотя требует предварительной подготовки и адаптации. Таким образом, при правильной подготовке и развитии инфраструктуры, применение ИИ в оценке качества СМР может стать важным инструментом повышения эффективности и точности процессов.

В настоящее время нет единого четкого определения искусственного интеллекта (далее – ИИ). В Национальной стратегии развития ИИ до 2030 г., утвержденной Указом Президента Российской Федерации (Стратегия) от 10 октября 2019 года, в статье 5, ИИ – это «совокупность технологических решений, способных имитировать когнитивные функции человека и достигать результатов, как минимум сопоставимых с человеческим интеллектом, что также включает в себя способность к самообучению и поиску решений без заранее заданных алгоритмов» [3]. В нем также указано, что к таким технологическим решениям относятся инфраструктура информационно-коммуникационных технологий, программное обеспечение (в том числе с использованием методов машинного обучения), процессы и услуги по обработке данных и поиску решений.

При контроле качества строительных работ используются различные технологии ИИ, чтобы автоматизировать процессы проверки, повысить точность и снизить затраты. Далее приведены некоторые ключевые технологий ИИ, применяемые в этой области:

1. Компьютерное зрение

Компьютерное зрение позволяет распознавать объекты и дефекты на фотографиях и видеоматериалах. Данный инструмент уже протестирован в лабораторных условиях. Технология компьютерного зрения используется для оцифровки предписаний, определения категории нарушения, формулирования нарушения с использованием необходимых ссылок на нормативные документы, что существенно упрощает работу инженеров строителей [4].

Дроны с камерами и сенсорами, роботы и автономные устройства помогают проводить инспекции труднодоступных мест. Данные, полученные с устройств, обрабатываются алгоритмами компьютерного зрения для автоматического выявления отклонений и повреждений. Это помогает автоматически выявлять трещины, неровности, отклонения от проектных решений и другие нарушения. Системы компьютерного зрения могут сравнивать реальные результаты строительства с проектной документацией, используя трехмерные модели (BIM).

Примеры применения: Компания Kespry предлагает решение для автоматизированной инспекции строительных площадок с помощью дронов (рис. 1). Их система включает в себя функции компьютерного зрения для анализа фотографий и выявления нарушений.

Doxel – стартап, разрабатывающий роботов (рис. 2) и дронов для автоматической инспекции строительных объектов.

Компания Boston Dynamics известна своими роботами, такими как Spot (рис. 3), которые могут использоваться для инспекции сложных и опасных участков на строительных площадках.

На российском рынке существует ряд компаний, предлагающих решения для автоматизированной инспекции строительных площадок с использованием дронов и роботов некоторые из них приведены в табл. 1.



Рис. 1. Применение дронов для автоматизированной инспекции строительных площадок



Рис. 2. Робот Doxel



Рис. 3. Робот-собака Spot

Наиболее известный пример использования дронов при строительстве Крымского моста. Дроны использовались для мониторинга процесса возведения опор и укладки дорожного полотна.

2. Машинное обучение

Машинное обучение используется для анализа больших объемов данных, поступающих с датчиков и камер, установленных на стройплощадке. Алгоритмы ма-

шинного обучения способны прогнозировать возможные проблемы до их возникновения, такие как ухудшение качества материалов или появление дефектов конструкций.

Пример применения: Система предсказательной аналитики

Компания Smartvid.io разработала платформу Vinnie, которая использует машинное обучение для анализа изображений и видео с целью выявления потенциальных рисков и дефектов на строительных объектах.

Таблица 1

Компании РФ, предлагающие решения для автоматизированной инспекции строительных площадок с использованием дронов и роботов

Компания	Предлагаемые услуги
Геоскан https://www.geoscan.ru/ru	Специализируется на разработке беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и программного обеспечения для аэрофотосъемки и картографии. Предлагают комплексные решения для мониторинга строительных объектов, включая автоматизацию обработки данных и создание трехмерных моделей местности
Инновационные технологии строительства (ИТС) https://its-rf.ru/	Предлагают услуги по мониторингу строительных площадок с помощью дронов. Их решения включают в себя инспекцию объектов, создание ортофотопланов и объемных моделей, а также оценку состояния конструкций
Аэродиск https://aerodisk.ru/about/	Предлагают решения для автоматического анализа данных, полученных с дронов для различных отраслей, включая строительство
Skyeer https://skyeermap.com/	Разрабатывают программное обеспечение для автоматизации обработки данных, полученных с дронов. Данные продукты позволяют создавать высокоточные карты и модели строительных объектов, что облегчает процесс инспекции и контроля качества
DJI Россия https://www.dji.com/ru	Предлагает готовые решения для строительства, включая камеры высокого разрешения и программное обеспечение для анализа данных. DJI сотрудничает с местными партнерами, предоставляющими услуги по инспекции строительных площадок
Aeromotus https://aeromotus.ru/	Специализируется на услугах по аэрофотосъемке и инспектированию объектов с помощью дронов. Предлагают комплексное решение для мониторинга строительных работ, включающее обработку данных и создание отчетов
Коптер Экспресс https://ru.coex.tech/	Оказывает услуги по аэрофотосъемке и мониторингу строительных объектов. Предоставляют оборудование и программное обеспечение для автоматической инспекции
Дрон-Сервис https://dsdrone.ru/	Занимается разработкой и производством дронов для различных отраслей, включая строительство. Предлагают решения для инспекции строительных площадок, создания карт и моделей, а также анализа данных.
Спутник Сервис https://sputnik-service.com/	Специализируется на оказании услуг по аэрофотосъемке и мониторинге строительных объектов. Используют дроны для создания ортофотопланов, трехмерных моделей и оценки прогресса строительства
НПО «Андроидная техника» https://npo-at.com/	Компания занимается созданием мобильных роботов для инспекции труднодоступных мест, что может быть полезно в строительстве.
НИЦ «Курчатовский институт» http://nrcki.ru/	Центр ведет разработки в области робототехники. Некоторые проекты направлены на создание роботов для инспекции опасных зон, что может найти применение в строительстве.

3. Анализ данных и предсказательная аналитика

Предсказательные алгоритмы позволяют моделировать поведение строительных объектов в различных условиях эксплуатации. Например, анализ данных о погоде, нагрузках и материалах помогает прогнозировать износ конструкций и планировать ремонтные работы заранее.

Интернет вещей (IoT)

Внедрение IoT-сенсоров на строительной площадке позволяет собирать данные о состоянии конструкций в режиме реального времени. Эти данные передаются в облачные платформы для обработки и анализа, что помогает своевременно обнаруживать потенциальные проблемы.

Пример применения: Мониторинг состояния конструкций с использованием IoT.

Компания Senseive производит датчики и системы мониторинга, которые устанавливаются на строительные конструкции для отслеживания их состояния в режиме реального времени. Эти данные обрабатываются с применением методов машинного обучения.

4. Виртуальная и дополненная реальность (VR/AR)

VR/AR-технологии применяются для визуализации проектов и сравнения фактического состояния объектов с плановыми показателями. Это особенно полезно на этапе приемки работ, когда нужно быстро проверить соответствие строительным нормам и стандартам.

Пример применения: Применение AR/VR для визуальной оценки проекта.

Платформа Trimble Connect позволяет использовать виртуальную и дополненную реальность для совместной работы над проектом и проведения инспекций на месте.

5. Автоматизация документооборота и отчетности

Использование ИИ для автоматизации процесса подготовки отчетной документации снижает вероятность ошибок и ускоряет процесс контроля качества. Программные решения на основе ИИ могут автоматически заполнять формы, составлять отчеты и отправлять уведомления заинтересованным сторонам.

Примеры применения:

Autodesk BIM 360 – платформа для управления строительством, использующая ИИ для анализа данных и обнаружения проблем, автоматизирует управление проектами, включая создание отчетов и проверку соответствия нормативам.

Российским аналогом является nanoCAD BIM Конструкции компании «Нанософт разработка». Разработчики отслеживают изменения происходящие в законодательстве РФ, появление новых ГОСТов и СП и вносят их в продукт. Пользователи могут дополнительно проводить настройки ПО под свои правила и локальные требования рынка.

Procore – система управления проектами, включающая инструменты для контроля качества и безопасности на основе ИИ.

Эти технологии помогают значительно улучшить контроль качества строительно-монтажных работ (далее СМР), минимизируя риски и повышая эффективность процессов.

Существует несколько факторов, которые препятствуют широкому распространению использования ИИ для контроля качества СМР в России.

1) Высокая стоимость внедрения технологий. Внедрение ИИ требует значительных инвестиций в оборудование, программное обеспечение и обучение персо-

нала. Для многих строительных компаний, особенно небольших и средних, эти расходы могут оказаться непомерно высокими.

2) Недостаток квалифицированных кадров. Использование ИИ предполагает наличие специалистов, обладающих знаниями в области программирования, анализа данных и машинного обучения. В России пока наблюдается дефицит таких профессионалов, особенно в регионах.

3) Консервация и сопротивление изменениям. Традиционно строительный сектор считается консервативной отраслью, где изменения внедряются медленно. Многие компании предпочитают использовать проверенные временем методы контроля качества, несмотря на их меньшую эффективность по сравнению с современными технологиями.

4) Отсутствие законодательной базы. Законодательство в области применения ИИ в строительстве еще недостаточно развито. Отсутствие четких норм и стандартов может вызывать сомнения у руководителей компаний относительно легальности и целесообразности использования новых технологий.

5) Проблемы с интеграцией существующих систем. Многие строительные компании уже имеют устоявшиеся системы управления проектами и контроля качества. Интеграция новых технологий ИИ может потребовать значительной перестройки этих систем, что создает дополнительные сложности и риски.

6) Ограниченный доступ к данным. Эффективность ИИ зависит от наличия большого объема качественных данных. В строительстве сбор и хранение таких данных зачастую затруднены из-за отсутствия стандартизированных процедур и инструментов.

7) Опасения по поводу конфиденциальности и безопасности. Применение ИИ связано с обработкой больших объемов персональных и коммерческих данных. Компании могут опасаться утечек информации или кибератак, что сдерживает внедрение новых технологий.

8) Технические ограничения. Некоторые строительные объекты находятся в удаленных или труднодоступных местах, где ограничена инфраструктура связи и электропитания. Это затрудняет использование высокотехнологичных решений, требующих постоянного подключения к сети и стабильного энергоснабжения.

9) Финансовые риски. Строительство – капиталоемкая отрасль, и многие компании предпочитают минимизировать риски, выбирая проверенные подходы.

Нужно понимать, что ИИ – это обширная технология, которая помогает компьютерам справляться с задачами, как это делают люди. Искусственный интеллект не способен к работе, требующей точной зрительно-моторной координации, к работе с неизвестными и неструктурированными пространствами, а также комплексному стратегическому планированию [1]. Таким образом, мы понимаем, что ИИ работает на основе уже готовых успешных решений и он будет считать результат правильным, если ранее он ему был продемонстрирован, это означает, что для применения ИИ для оценки качества СМР, необходимо собрать обширную базу хороших примеров из реальной жизни или создать примеры с помощью все тех же цифровых технологий и компьютерных программ, имитирующих реальные ситуации, создавая модели, с которыми ИИ будет соотноситься как с «точкой отсчета».

В настоящее время нормативная база оценки качества СМР постоянно увеличивается, появляются новые материалы, новые технологии. Объем информации огромен и один человек не способен изучить и освоить весь поток информации и при этом получить практический опыт.

Оценка качества СМР обеспечивает соответствие выполняемых работ и применяемых материалов, изделий и конструкций требованиям проекта, национальным стандартам, техническим условиям и сводам правил. При проведении оценки СМР, проверяют своевременность и правильность оформления производственной документации, а также устранение недостатков, отмеченных в журналах работ в ходе контроля и надзора за выполнением СМР. Кроме того, при оценке качества СМР сведения заносятся в акты промежуточной приёмки ответственных конструкций, освидетельствования скрытых работ, рабочих комиссий и государственной приёмочной комиссии [2].

Качество отдельных видов работ, при их приёмке оценивается:

- «отлично», если работы выполнены с особой тщательностью и превосходят показатели, требуемые нормативными документами и стандартами;
- «хорошо», если работы выполнены в полном соответствии с проектом, нормативными документами и стандартами;
- «удовлетворительно», если работы выполнены с малозначительными отклонениями от технической документации, но не снижающими показателей надёжности, прочности, устойчивости, долговечности, внешнего вида и эксплуатационных качеств.

Учитывая специфику проведения СМР, применение ИИ целесообразно не в полном объеме, а на определенных этапах при определенных стандартизированных процессах и понятных общепринятых результатах. ИИ сначала нужно «научить». Затем совместными усилиями (проектировщики, архитекторы, Минстрой, заказчики, СРО), при наличии подходящей информационной среды, дополняя базу моделей, с течением времени можно создать полноценную систему оценки СМР с применением ИИ.

Необходимо также понимать, что специалистам по оценке СМР нужно будет развиваться в области цифровых технологий, дополняя свой уровень компетенций.

Таким образом, можно сделать вывод, что при должной подготовке и обучении ИИ, программном обеспечении, вычислительных мощностях и качественной информационной среде, применение ИИ в оценке качества строительно-монтажных работ является целесообразным и может существенно улучшить и ускорить процессы, связанные с оценкой СМР.

Литература

1. Кого не заменит ИИ. // © ПрофГид, 2025. – URL: <https://www.profguide.io/article/kogo-ne-zamenit-ii.html/> (дата обращения 07.02.2025).
2. Основы организации контроля и учета в строительстве: крат. справ. мастера строит.-монт. работ / сост. Н. И. Фомин, К. В. Бернгардт; науч. ред. Г. С. Пекарь. – Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2015. – 266 с.
3. Российская Федерация. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года [утверждена Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490] – Москва, 2019 г.
4. Татаринов Т. Практические сценарии использования искусственного интеллекта в строительном контроле. 30 ноября 2023 // сайт ДЗЕН. – URL: <https://dzen.ru/a/ZWePVdm0LC5rcd2S> (дата обращения 07.02.2025).

Artificial Intelligence for Construction Quality Control

V.V. Golobokov^a, V.M. Kamchatkina

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^avadimfiren@mail.ru

Keywords: artificial intelligence; construction; assessment of construction and installation works; QMS.

In this article, we analyze the application of artificial intelligence (AI) for monitoring the quality of construction work. While AI has not yet been widely adopted in this domain in Russia, its potential is significant: it could greatly enhance the efficiency of processes used to assess the quality of construction and installation works. The regulatory framework governing the evaluation of construction quality is rapidly evolving, integrating new materials and technologies, which increases the volume of required information. A single expert is unable to encompass the full range of knowledge and experience. Implementing AI in this sector shows promise but necessitates prior preparation and adaptation. Therefore, with appropriate training and infrastructure development, the use of AI in evaluating construction quality could emerge as a critical tool for improving process efficiency and precision.

УДК 338

Преимущества строительства промышленной теплицы с гидропонной системой в г. Братск

Э.Х. Дадашова^a, Н.А. Свергунова

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^aemili_dadashova@mail.ru

Ключевые слова: строительство, промышленная теплица, гидропоника, гидропонная система.

Целью настоящей работы является изучение вопроса строительства гидропонной промышленной теплицы в рамках инвестиции г. Братск. На сегодняшний день рынок гидропонных технологий растет с каждым днем. Внедрение гидропоники в промышленные теплицы позволяет снизить себестоимость самого продукта. С помощью систем автоматизации гидропоники есть возможность сэкономить на рабочей силе. Особый интерес вызывает гидропонная система, которая позволит снабдить местный рынок качественной и не дорогой продукцией. Сделан вывод о потенциале таких систем выращивания, где логично предположить, что гидропоника будет занимать наибольшую долю на рынке технологий для городского растениеводства в ближайшие годы, так как сити-фермерство помогает обеспечивать жителей локально выращенными свежими продуктами.

Гидропонные теплицы представляют собой инновационное решение для предпринимательской деятельности, позволяющее выращивать растения без почвы, используя питательные растворы. Это направление приобретает все большую популярность благодаря своей эффективности и устойчивости. В теплице такого типа

есть возможность выращивать различные культуры, не ограничивая себя в выборе продукта, от цветов до зелени и овощей. Такие теплицы позволяют максимально полезно использовать место, так как гидропонная теплица может быть устроена вертикальным типом. Так же данная теплица является ежегодной кормилицей в районах Севера, где возможность выращивать свежие фрукты и овощи, и другие растения составляет всего четыре месяца в году.

Рассмотрим основные перспективы и преимущества строительства гидропонных теплиц.

Климат Братска – резко континентальный, здесь два контрастных сезона: долгая, морозная зима и короткое, жаркое лето, а весна и осень проходят почти незаметно (рис. 1). Город относится к территориям, приравненным к районам Крайнего Севера. Таким образом, можно сделать вывод, что возможность что-то вырастить на своем участке – это всего 3-4 месяца в году. Гидропонная теплица позволит выращивать овощи, зелень, ягоды круглый год, независимо от погоды.

Климат Братска													
Показатель	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год
Средний максимум, °C	−18	−12	−5	4	13	22	24	21	13	3	−10	−16	3
Средняя температура, °C	−22,7	−20	−11	−0,5	7,3	14,6	18,0	15,0	7,8	−0,7	−11,6	−20,7	−2
Средний минимум, °C	−30	−27	−17	−6	2	8	13	10	3	−3	−15	−27	−7
Норма осадков, мм	15	11	10	16	27	48	72	67	38	24	22	19	369

Рис. 1. Климатические параметры г. Братска

Город Братск – это город, расположенный в Иркутской области, данная область имеет самый низкий тариф на электроэнергию в России. Это достоинство позволит сократить траты на обогрев и другие электрические затраты. Так как Братск удален от крупных сельскохозяйственных регионов, развитие местной гидропонной теплицы позволит снизить себестоимость продукта, уйдет необходимость от привозных продуктов.

Гидропоника обладает существенным преимуществом в плане экономии воды по сравнению с традиционными сельскохозяйственными практиками. Вода в гидропонных системах циркулирует, что сводит к минимуму потери и обеспечивает растения необходимыми элементами питания. Благодаря созданию оптимальных условий для роста, гидропоника позволяет добиться значительного увеличения урожайности. Научные исследования подтверждают, что растения, выращенные в гидропонных системах, демонстрируют более быстрый рост по сравнению с традиционными почвенными методами. Растения в гидропонных системах получают оптимальное количество всех необходимых питательных веществ, что обеспечивает их быстрый рост и полноценное развитие. Благодаря закрытой системе выращивания риск заражения вредителями и болезнями существенно снижается, что позволяет минимизировать применение химических пестицидов. Закрытая конструкция гидропонной теплицы препятствует проникновению вредных патогенов, которые могут нанести ущерб растениям. Закрытая система препятствует проникновению патогенов.

нов, болезней, плесени и вредителей, что делает продукцию более безопасной и экологичной.

Гидропонные теплицы требуют меньше площади для выращивания, что позволяет эффективно использовать даже ограниченные земельные участки. Это делает их идеальным решением для городских условий, где пространство ограничено. Системы гидропоники облегчают максимально эффективное использование пространства в теплице.

Возможность эффективно использовать горизонтальное пространство в теплице.

Современные гидропонные системы используют передовые технологии, такие как автоматизация, мониторинг и управление процессами через интернет (IoT). Это позволяет оптимизировать процесс и снизить затраты на труд [2].

На территории Братского района 37 крестьянско-фермерских хозяйств и 5 сельхозпредприятий, которые состоят в реестре фермерских хозяйств Иркутской области и участвуют в государственных программах поддержки. Упор в Братском районе, в первую очередь, сделан на зерновые, так в прошлом году открылась мельница, где большинство зерна выращивалось именно на корм скоту. Рассматривая Братск с точки зрения конкурентоспособности, можно отметить, что предприятия, использующие гидропонные теплицы отсутствуют. Ближайшие поставщики находятся в г. Иркутск. Единственное тепличное хозяйство «Пурсей» закрылось, как таковых конкурентов нет. Население города, примерно 224 000 человек, большое количество продуктовых, цветочных магазинов, так же рестораны, кафе, школы, больницы – это все потенциальные покупатели тепличного хозяйства.

Выращивание в установке гидропоники достаточно несложное, если система продумана и автоматизирована. Такие установки продают фирмы, занимающиеся оборудованием для сельского хозяйства и гидропоники. Но можно не выбрасывать кучу денег на непонятные запчасти и излишества, а изготовить подобную систему самому, под свои нужды и потребности. Секрет успеха в этом деле – разумное сочетание минимальных вложений и грамотного подхода к организации бизнеса. Правильно спроектированная и собранная гидропонная теплица окупится в кратчайшие сроки, открывая перспективы дальнейшего расширения. Изначально стоимость такого решения будет существенно выше, чем приобретения обычного грунта. Плюс в том, что изначальные затраты и времени и денег окупятся с лихвой, поскольку растение начнет расти в несколько раз быстрее и ухаживать за ним будет намного легче [1]. Разработки в сфере проектирования систем дают возможность выращивать растения не только компактно, размещенных на одном уровне, но и заполнять объем задействованных под данный процесс помещений, экономя тем самым рабочую площадь и значительно повышая выход готовой продукции. При этом трудозатраты в обслуживании растений заметно снижаются.

Основываясь на потенциале таких систем выращивания, логично предположить, что гидропоника будет занимать наибольшую долю на рынке технологий для городского растениеводства в ближайшие годы. Сити-фермерство помогает обеспечивать жителей локально выращенными свежими продуктами. Оно также гарантирует продовольственную безопасность, которая выражается в независимости процесса производства продуктов от других стран, иностранной валюты и стихийных бедствий – всё это редко способно гарантировать традиционное сельское хозяйство. Более того, нахождение подобных ферм непосредственно в городах способствует увеличению рабочих мест, а это ведёт к экономическому росту.

В России действуют программы субсидирования и гранты на развитие тепличного хозяйства, особенно актуально это в северных районах. Например, грант «Агростартап», федеральный проект «Развитие овощеводства и картофелеводства», Субсидии по отдельным подотраслям растениеводства, Земельные участки в аренду без проведения торгов. Строительство гидропонных теплиц открывает новые горизонты для сельского хозяйства, предлагая устойчивые и эффективные решения для производства продуктов питания. С учетом растущего населения и изменения климата, такие технологии становятся не только выгодными, но и необходимыми для обеспечения продовольственной безопасности в будущем.

Литература

1. Гидропоника: ее преимущества и в чем ее особенности. – URL: <https://www.promgidronica.ru/chtotakoe gidronika/> (дата обращения: 15.03.2025).
2. Курманова И.С. Гидропоника как инновационная технология в сельском хозяйстве северных регионов / И. С. Курманова, А. С. Теренина // Уральский научный вестник. – 2023. – Т. 6, № 8. – С. 58-63.

Promising construction of a hydroponic greenhouse in Bratsk

Е.Н. Dadashova^a, N.A. Svergunova

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^aemili_dadashova@mail.ru

Key words: construction, industrial greenhouse, hydroponics, hydroponic system.

The purpose of this work is to study the issue of building a hydroponic industrial greenhouse as part of the investment of the city of Bratsk. Today, the market for hydroponic technologies is growing every day. The introduction of hydroponics in industrial greenhouses allows you to reduce the cost of the product itself. With the help of hydroponic automation systems, it is possible to save on labor. Of particular interest is the hydroponic system, which will allow you to supply the local market with high-quality and inexpensive products. A conclusion has been drawn about the potential of such growing systems, where it is logical to assume that hydroponics will take the largest share in the technology market for urban gardening in the coming years as city farming helps to provide residents with locally grown fresh produce.

УДК 658.51

Оптимизация системы управления качеством в строительстве на основе принципов бережливого производства

А.М. Даминова^a, А.В. Дербенёва^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^adaminova_work@mail.ru, ^banjelika.derbenyova@mail.ru

Ключевые слова: строительство, бережливое производство, конкурентоспособность строительных компаний.

В статье рассматривается проблема повышения эффективности и качества строительных процессов в условиях современной экономики. Проведен анализ

существующих методов управления качеством и выявлены основные причины отставания строительной отрасли от передовых практик. В качестве решения для оптимизации управления качеством строительной продукции предлагается адаптация принципов бережливого производства, доказавших свою эффективность в других отраслях. Обосновывается актуальность и перспективность предложенного подхода для повышения конкурентоспособности и обеспечения высокого качества строительной продукции. В качестве дальнейших направлений для исследования определены углубленный анализ методов управления качеством, систематизация издержек и разработка рекомендаций по адаптации инструментов бережливого производства (5S, Kaizen, Kanban) для строительной отрасли. Ожидаемые результаты – повышение эффективности, снижение затрат, улучшение качества строительной продукции и укрепление конкурентоспособности строительных компаний – демонстрируют потенциал предложенного подхода.

В современном мире в условиях рыночной экономики необходимо повышать эффективность и качество строительных процессов. Строительство сейчас отстает от многих отраслей промышленности в области применения современных передовых практик, что приводит к таким проблемам, как:

- систематическое превышение установленных сроков строительства и затрат на него;
- низкая производительность;
- невысокое качество строительной продукции;
- простои;
- низкий уровень квалификации многих работников;
- плохие условия труда;
- неполное соблюдение требований промышленной безопасности, охраны труда, окружающей среды и т.п. [2].

Таким образом, необходимо оптимизировать процессы управления качеством в строительстве для повышения конкурентоспособности строительных компаний и обеспечения соответствия строительной продукции высоким стандартам качества и безопасности.

В настоящее время всё больше развивается система бережливого производства, которая заключается в эффективном использовании ресурсов, сокращении себестоимости, улучшении качества продукции и минимизации временных затрат на производство. Так в статье Кошелева В.А. [4] сделан акцент на важность адаптации современных методов управления материальными потоками в строительстве, учитывая риски и специфику отрасли. Он подтверждает, что одним из перспективных направлений решения задачи является внедрение принципов бережливого производства в систему управления качеством строительных процессов. Методика бережливого производства уже доказала на примере различных проектов в других отраслях промышленности свою эффективность и, как говорится в статье Бутаковой Д.А. [1]: бережливое строительство – не самый быстрый инструмент, который внедряется и моментально получается отдача, но при рациональном использовании можно получить 10% и даже 20% сокращения сроков выполнения проектов.

Авторы [1,2,4] дают понять, что данный метод – быстроразвивающееся направление менеджмента качества, созданное с целью разрешить хронические проблемы строительства с помощью применения принципов бережливого производства в строительной отрасли.

Таким образом, адаптация и применение принципов бережливого производства для оптимизации процессов управления качеством строительной продукции является актуальным и перспективным направлением, позволяющим повысить конкурентоспособность строительных компаний и обеспечить высокое качество конечного продукта. Дальнейшие исследования планируется направить на:

- анализ существующих методов управления качеством в строительстве;
- выделение и систематизацию основных видов издержек в строительстве, влияющих на качество продукции;
- разработку и адаптацию инструментов бережливого производства для оптимизации процессов управления качеством, таких как система 5S, Kaizen, Kanban и другие. Как говорит Бутакова Д.А. в своей статье, такой инструмент, как дизайн в едином пространстве и интеграция комплексных услуг могут значительно улучшить процессы проектирования в строительстве;
- разработку методических рекомендаций по внедрению принципов бережливого производства в систему управления качеством строительной продукции.

Стоит отметить, что не смотря на успешный опыт применения концепции бережливого производства в других странах, например, Японии, Германии и Соединённые Штаты, в российских компаниях существует проблема внедрения данной концепции.

Как отмечает Жукова Ю.А. [3] в своей статье, в Японии концепция бережливого строительства является важной частью японской культуры и философии. А в Германии существует целый ряд крупных сертификационных систем и стандартов, таких как LEED, BREEAM и DGNB, которые оценивают экологическую и энергетическую эффективность строительных проектов.

В российских компаниях существует ряд проблем по внедрению данной концепции, которые имеют ряд причин [6]:

- во-первых, в России внедрение инновационных технологий появилось значительно позже, чем за рубежом;
- во-вторых, существуют психологические барьеры людей, которые трудно адаптируются к новым технологиям, оказывая сопротивление современным изменениям;
- в-третьих, многие руководители используют дешёвые, природные, сырьевые и трудовые ресурсы, не вникая в тонкости процессов.

Поэтому в рамках диссертационной работы особое внимание будет уделено разработке мер по преодолению данных проблем: формирование высокопроизводительной конкурентной организационной культуры, обучение работников принципам бережливого производства и адаптация планов внедрения с учётом особенностей строительной отрасли.

Результаты работы будут способствовать:

- повышению эффективности процессов управления качеством на всех этапах строительства;
- снижению потерь ресурсов и затрат за счёт оптимизации строительных процессов. Как говорится в статье Трифонова Н.В., Конвисарова Е.В. [5]: результатом минимизации недостатков и высокого качества работ будут рост производительности, сокращение общего срока реализации проектных решений;
- улучшению качества строительной продукции и повышение удовлетворённости заказчиков;

– укреплению конкурентоспособности строительных компаний за счёт внедрения инновационных управленческих подходов, которые помогут сократить сроки реализации продукта.

Внедрение принципов бережливого производства в современных условиях, когда рынок требует от застройщиков одновременного снижения цен и повышения качества, становится ключевым решением для выживания компаний. Важно грамотно внедрять инструменты и постепенно переходить к масштабным преобразованиям, чтобы минимизировать сопротивление работников и обеспечить максимальную эффективность преобразований в строительной отрасли России.

Ожидаемые результаты – повышение эффективности, снижение затрат, улучшение качества строительной продукции и укрепление конкурентоспособности строительных компаний – демонстрируют потенциал предложенного подхода.

Учитывая современные требования рынка к одновременному снижению цен и повышению качества, внедрение принципов бережливого производства становится стратегически важным для выживания и развития строительных организаций. Дальнейшие исследования и практическая реализация разработанных методических рекомендаций будут способствовать созданию эффективной системы управления качеством, основанной на принципах бережливого производства, что позволит адаптироваться к быстро меняющимся условиям рынка и требованиям устойчивого развития строительной отрасли.

Литература

1. Буткова Д.А. Возможность применения бережливого производства в сфере строительства / Д.А. Буткова // Форум молодых учёных. – 2018. – С. 177–182.
2. Горелик П.И. Бережливое строительство как инновационный метод управления строительством / П.И. Горелик // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – С. 40–48.
3. Жукова Ю.А. Бережливое строительство как инновационный метод управления строительством / Ю.А. Жукова // УфГНТУ. – 2020. – С. 199–202.
4. Кошелев В.А. Управление материальными потоками в строительстве на основе концепции бережливого производства / В.А. Кошелев // Журнал «Науковедение». – 2014. – №5. – С. 1–12.
5. Трифонов Н.В. Бюджет строительной организации на основе принципов бережливого производства / Н.В. Трифонов, Е.В. Конвисаров // Жилищные стратегии. – 2023. – Том 10. – С. 499–515.
6. Удальцова Н.Л. Практика и проблемы применения концепции бережливого производства в российских компаниях / Н.Л. Удальцова // Экономика, предпринимательство и право. 2023. – Том 13. – С. 5383–5396.

Optimization of quality management system in construction based on lean production principles

A.M. Daminova^a, A.V. Derbeneva^b

Bratsk State University, st. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^adamanova_work@mail.ru, ^banjelika.derbenyova@mail.ru

Keywords: Construction, Lean Production, Construction Companies Competitiveness.

The article addresses the problem of improving the efficiency and quality of construction processes in the modern economic environment. An analysis of existing quality

management methods has been conducted, and the main reasons for the construction industry's lagging behind advanced practices have been identified. As a solution for optimizing the quality management of construction products, the adaptation of Lean Production principles, which have proven their effectiveness in other industries, is proposed. The relevance and prospects of the proposed approach for increasing competitiveness and ensuring high quality construction products are substantiated. Further research directions include in-depth analysis of quality management methods, systematization of costs, and development of recommendations for adapting Lean Production tools (5S, Kaizen, Kanban) for the construction industry. The expected results – increased efficiency, reduced costs, improved quality of construction products, and strengthened competitiveness of construction companies – demonstrate the potential of the proposed approach.

УДК 666.972

**Использование вторичных ресурсов региона
при производстве многокомпонентных добавок
для зимнего бетонирования
на базе ООО «Комбинат Братскжелезобетон»**

А.М. Даминова^а, О.Б. Портнягина^б

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аdaminova_work@mail.ru, ^бbuh-bratsk69@mail.ru

Ключевые слова: комплексные добавки, зимнее бетонирование, отходы производства, микрокремнезем.

В соответствии с целями устойчивого развития ООН актуально использование ресурсосберегающих технологий и вторичного сырья. Данная статья посвящена обоснованию использования вторичных ресурсов Иркутской области для производства многокомпонентных добавок для зимнего бетонирования. Применение комплексных модифицирующих добавок – эффективный способ улучшения свойств цементного камня. Представлен разработанный сотрудниками базовой кафедры СМиТ технологичный способ введения добавок, адаптированный к местному сырью и типовому оборудованию. Предлагаемая добавка содержит четыре основных компонента, оказывающих влияние на различные уровни структуры затвердевших смесей: воздухововлекающий, пластифицирующий, минеральный и противоморозный. На основе разработанного технологического регламента и выбранного оборудования разработан бизнес-план по запуску производства добавок на базе ООО «Комбинат Братскжелезобетон», что позволит снизить затраты, ускорить выход на рынок и расширить ассортимент продукции предприятия.

Важнейшей задачей промышленности строительных материалов в XXI веке является разработка и внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий производства, экологически чистых материалов, изготавливаемых по малозатратным, безотходным технологиям с максимальным использованием местного сырья и отходов промышленности.

Ориентируясь на цель 12 «Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства» и цель 9 «Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям» в области устойчивого развития актуально внедрение в производство строительных материалов, обеспечивающих ресурсосбережение и энергоэффективность зданий и сооружений.

Экологическое строительство – это подход к проектированию, строительству и эксплуатации зданий и инфраструктуры, который учитывает влияние на окружающую среду, использует энергоэффективные технологии, уменьшает потребление природных ресурсов и минимизирует отходы.

В современном строительном производстве бетон и железобетон являются основными конструкционными материалами. Более 70% бетонных и железобетонных конструкций изготавливаются с различными модифицирующими добавками.

В настоящее время накоплен значительный теоретический материал и практический опыт использования в качестве модификаторов цементных материалов техногенных отходов как органической, так и минеральной природы. Изучено их влияние на технологические и строительно-технические свойства бетонов и растворов. Применение отходов производств позволяет на 10-30% снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья.

Введение комплексных добавок, содержащих в себе структурообразующие, пластифицирующие и тонкодисперсные минеральные компоненты [1-3] считается одним из самых результативных способов изменения свойств материала для создания требуемой структуры цементного камня. Вводимые добавки оказывают определенное влияние на различных стадиях формирования структуры цементного камня на всех его уровнях, что позволяет значительно усилить требуемый эффект и ослабить или совсем исключить негативное действие отдельно взятых компонентов комплексной добавки. При этом многокомпонентные добавки в виде сухого совмещенного продукта из традиционных добавок более универсальны с точки зрения их использования. Это дает возможность использовать их в сухие строительные смеси, которые являются современным материалом, позволяющим гарантировать высокое качество строительных работ.

В России зимний период года продолжается 4-8 месяцев, поэтому использование противоморозных добавок в комплексе актуально, так как значительный объем строительных работ выполняется в зимнее время. При низких положительных температурах раствор твердеет крайне медленно, а при преждевременном его замораживании качество и долговечность возводимых конструкций резко снижаются.

Способ введения воздухововлекающей и минеральной тонкодисперсной добавки в состав смесей, предложенный сотрудниками базовой кафедры СМиТ [4, 5] является весьма технологичным и может быть применен и для других добавок, и в особенности для микрокремнезема. Разработанные составы добавок ориентированы на применение в цементных материалах с повышенными требованиями по морозостойкости, морозосолеустойкости, водонепроницаемости. Технология адаптирована к местному сырью и к типовому оборудованию для производства поверхностно-активных веществ и добавок в сухие строительные смеси.

Противоморозная добавка как дополнительный компонент в составе гранулированной добавки [4] позволит выполнять строительные работы при пониженных и отрицательных температурах.

Применение комплексных добавок, обеспечивающих твердение бетонов в условиях низких положительных и отрицательных температур, является наиболее

технологичным и малозатратным способом зимнего бетонирования. Кроме того, добавки могут применяться как индивидуально, так и совместно с другими способами предотвращения замораживания бетона.

Данное исследование направлено на обоснование экономической целесообразности и экологической эффективности применения вторичных ресурсов Иркутской области в качестве компонентов для производства таких добавок. Это позволит снизить себестоимость продукции и внести вклад в решение проблемы утилизации отходов, повысив экологическую безопасность региона.

В качестве основных составляющих многокомпонентных добавок предлагается использовать отходы производства местной промышленности, а именно: сырое сульфатное мыло и микрокремнезем, а также известный на рынке противоморозный пластификатор Криопласт Экстра.

Сырое сульфатное мыло, продукт производства целлюлозы, используется в качестве воздухововлекающей добавки. Воздухововлекающий компонент комплексной добавки позволит направленно управлять параметрами условно-замкнутой пористости, формируя поры оптимальных размеров до 300 мкм при факторе расстояния менее 0,25 мм, что обеспечивает существенное повышение морозостойкости затвердевших растворов по сравнению с бездобавочным аналогом.

В качестве минерального компонента предлагается использоваться микрокремнезем, который является отходом производства кристаллического кремния Братского завода ферросплавов. Микрокремнезем взаимодействует с гидроксидом калиция твердеющего цементного камня с образованием низкоосновных гидросиликатов кальция типа C-S-H(I), что способствует повышению прочности цементного камня и затвердевшего раствора и компенсирует отрицательное действие 7...9 % волеванного воздуха на снижение прочности.

Добавка Криопласт Экстра выступает в качестве противоморозного и пластифицирующего компонента. Применение добавки Криопласт Экстра по сравнению с бетоном без добавок обеспечивает набор прочности 30 % и более от марочной в 28-суточном возрасте бетона без применения тепловой обработки и возможность бетонирования до начала проведения активной тепловой обработки в условиях расчетных температур твердения бетона не ниже -25 °C; увеличивает подвижность бетонной смеси от П1 до П5 при использовании в максимальной дозировке или снижает количество воды затвердения от 15 % [6].

На основе разработанного технологического регламента, выбранного оборудования разработан бизнес-план по производству многокомпонентных добавок для зимнего бетонирования.

Изготовление многокомпонентных добавок для зимнего бетонирования предлагается запустить на базе производственных площадок ООО «Комбинат Братскжелезобетон» (ООО КБЖБ) и на покупаемом технологическом оборудовании. Выгодное расположение вблизи Транссибирской магистрали и крупных строек Сибири существенно снижает транспортные издержки как на доставку сырья, так и на сбыт готовой продукции. Локализация производства, в свою очередь, обеспечивает независимость от поставок из других регионов, что делает ООО КБЖБ более устойчивым к внешним колебаниям рынка. Расширение ассортимента продукции повысит рентабельность ООО КБЖБ, откроет доступ к выгодным государственным заказам, реализуемым в рамках программ развития Арктики и Северного морского пути, а также к коммерческим проектам в энергетической и промышленной отраслях Сибири.

Таким образом, предлагаемая технология производства многокомпонентных добавок, основанная на использовании доступного местного сырья и типового обо-

рудования, представляет собой компактное и экономически выгодное решение, обеспечивающее высокую рентабельность инвестиций. Легкость интеграции производственной линии в существующую инфраструктуру предприятий сборного железобетона делает данный проект привлекательным для широкого круга производителей, стремящихся к снижению затрат, повышению качества продукции и внедрению экологически устойчивых технологий. Предлагаемый подход открывает перспективы для масштабирования производства в регионе, создания новых рабочих мест и увеличения налоговых поступлений, а также для тиражирования успешного опыта в различных регионах, способствуя развитию строительной отрасли в направлении ресурсосбережения, повышения энергоэффективности и снижения себестоимости строительства, делая его более доступным для населения.

Литература

1. Королев Е.В., Смирнов В.А., Альбакасов А.И., Иноземцев А.С. Некоторые аспекты проектирования составов многокомпонентных композиционных материалов / Е.В. Королев, В.А. Смирнов, А.И. Альбакасов, А.С. Иноземцев // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2011. – Т. 3. – № 6. – С. 32–43.
2. Кудяков А.И., Аниканова Л.А., Копаница Н.О., Герасимов А.В. Влияние зернового состава и вида наполнителей на свойства строительных растворов / А.И. Кудяков, Л.А. Аниканова, Н.О. Копаница, А.В. Герасимов // Строительные материалы. – 2001. – № 11. – С. 28–29.
3. Шмитько Е.И., Крылова А.В., Белькова Н.А., Рудаков О.Б. Особенности структурообразования бетонов с модифицирующими добавками различных типов / Е.И. Шмитько, А.В. Крылова, Н.А. Белькова, О.Б. Рудаков // Бетон и железобетон. – 2013. – №2. – С. 5–7.
4. Пат. 2283292 Российская Федерация, МПК7 C04B 24/24, C04B 38/10, C04B 103/30. Способ приготовления микрогранул комплексной добавки в цементные композиты / С.А. Белых, А.М. Фадеева, А.Ю. Мясникова, В.Г. Попова; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «БрГУ». – №2005110416/03; заявл. 12.04.2005; опубл. 10.09.2006, Бюл. № 25. – 5 с.
5. Пат. 2278085 Российская Федерация, МПК7 C04B 28/04, C04B 38/10. Способ регулирования воздухоовлечения бетонной смеси / Белых С.А., Зиновьев А.А., Фадеева А.М., Лебедева Т.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «БрГУ». – №2005101496/03; заявл. 25.01.2005; опубл. 20.06.2006, Бюл. №17. – 4 с.
6. Рекомендации по применению противоморозной добавки «Криопласт Экстра». – URL: <https://glavchem.com/assets/docs/TR-Krioplast-Ekstra.pdf/theme/2025/03/25/2396>. Html/ (дата обращения 14.03.2025 г).

Use of secondary resources of the region in the production of multi-component additives for winter concreting on the basis of the Bratskzhelezobeton Plant LLC

A.M. Daminova^a, O.B. Portnyagina^b

Bratsk State University, st. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^adamanova_work@mail.ru, ^bbbuh-bratsk69@mail.ru

Key words: complex additives, winter concreting, production waste. microsilica.

In accordance with the UN Sustainable Development Goals, the use of resource-saving technologies and secondary raw materials is relevant. This article is devoted to the rationale for using secondary resources of the Irkutsk region for the production of multi-component additives for winter concreting. The use of complex modifying additives is an effective way to improve the properties of cement stone. A technological method for intro-

ducting additives developed by the staff of the basic department of SMiT, adapted to local raw materials and standard equipment, is presented. The proposed additive contains four main components that affect various levels of the structure of hardened mixtures: air-entraining, plasticizing, mineral and antifreeze. Based on the developed process regulations and the selected equipment, a business plan has been developed to launch the production of additives at Bratskzhelezobeton Plant LLC, which will reduce costs, speed up market entry and expand the range of the enterprise's products.

УДК 69.07, 692.4

Технологии реконструкции мансард на основе типовых зданий

Е.В. Доброходова^а, О.Е. Волкова

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аdobro.ekaterina96@yandex.ru

Ключевые слова: реконструкция, мансард, технология, типовая серия, исследование.

В данной статье были рассмотрены существующие решения по технологии надстройки мансардного этажа, на здании типового проекта серии 1-510. Рассмотренные технологии реконструкции жилого здания предусматривает выполнения всех работ, касательно замены санитарно-бытовых узлов и иных коммуникаций, улучшение теплотехнических характеристик (утепления фасада, замена оконных и дверных блоков), а также надстройку дополнительного этажа. На основе анализа технологии строительства мансардного этажа можно сделать вывод, что в отличие от строительства, при реконструкции нет необходимости использовать мощные подъёмные механизмы, что позволяет проводить работы без отселения и без создания неудобств для жильцов, а также минимизировать использование придомовой территории в качестве строительной площадки.

С развитием нового строительства во многих городах, особенно «миллионниках», свободной территории под застройку становится все меньше. Невозможными факторами расширения границ городов являются: изъятие пригородных земель у их владельцев, инженерным освоением отдаленных территорий, крупными затратами на создание объектов инфраструктуры, что приводит к высокой стоимости строящегося жилья и большим эксплуатационными затратами на его содержание.

Было проведено исследование, в котором выяснили, что рационально использовать застроенные и освоенные территории внутри городской черты. Причем реконструкцию жилищного фонда и строительство нового жилья, важно рассматривать как единый процесс, обеспечивающий увеличение площадей, продление жизненного цикла зданий, повышение их комфортности и энергоэффективности.

К основным приемам при реконструкции жилых зданий старых типовых серий является:

- надстройка мансардных этажей;
- пристройка малых архитектурных объемов;
- обстройка с расширением корпусов и надстройкой несколькими этажами.

Решение о реконструкции объекта принимается с учётом технико-экономических требований, которые основаны как на принципе самоокупаемости в расчётный период, так и на доступных источниках финансирования и качественных условиях финансирования работ.

При выборе конструктивно-технологических решений для строительства особое внимание следует уделить таким ключевым аспектам, как временные рамки выполнения работ и эффективные методы интенсификации основных строительных процессов. В данном контексте целесообразно рассмотреть использование технологий возведения мансардных этажей с применением готовых объёмных блоков, что позволяет значительно сократить сроки строительства. Кроме того, необходимо обратить внимание на инновационные методы, основанные на использовании современных лёгких строительных материалов, которые способствуют повышению энергоэффективности и снижению массы конструкций.

Одним из типовых зданий, построенных во многих городах России, являются дома серии 1-510. (рис. 1). При создании типовых проектов использовалась конструкция с продольными и поперечными несущими стенами. Для их строительства применялся природный материал – альминский блок, который представляет собой пиленный известняк толщиной 400 мм. Перекрытие делалось из пустотных железобетонных плит толщиной 220 мм, которые опираются на стены с двух сторон.

Дом из типовой серии 1-510 имеет хорошие архитектурные и планировочные характеристики, а также подходящую конструкцию для реконструкции, которая позволит продлить срок его службы. После анализа прочности конструкций и современных технологий строительства мансардных этажей было решено использовать дом этой серии для исследования.

Технология надстройки мансардного этажа в процессе реконструкции наглядно демонстрируется на рис. 2. Предлагаемый метод предполагает создание строительной площадки III на территории, прилегающей к зданию. На эту площадку доставляются неполные пролёты металлических блок-секций мансардного этажа II. Эти блоки устанавливаются на стационарной площадке с использованием временных фиксирующих механизмов 4 и вспомогательных средств подмащивания 3. Фиксация неполных блок-секций 2 чаще всего осуществляется с помощью болтового соединения.



Рис. 1. Фасад здания типового дома серии 1-510

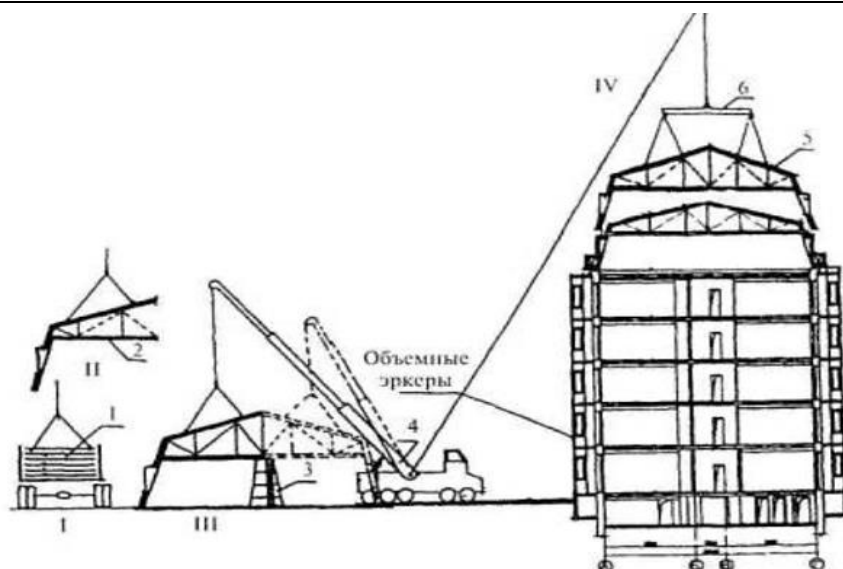


Рис. 2. Принципиальная схема технологии надстройки мансардного этажа укрупненными металлическими блок-секциями без уширения корпуса:

I – разгрузка половинчатых пролетов блок секции; 1 – грузовой автомобиль с пролетами;
 II – разгрузка металлических пролетов с доставкой в зону сборки в укрупненные блок-секции; 2 – половина пролета блок-секции; III – зона укрупнительной сборки металлических блок-секций; 3 – дополнительные средства подмащивания, строительные леса; 4 – пневмо-лесный стреловой кран; IV – монтаж полносборной укрупненной металлической блок-секции надстраиваемого этажа; 5 – укрупнённая блок-секция; 6 – траверса

Блок-секция мансардного этажа собирается по всей ширине без промежуточных опор, при этом сборка производится с учётом выбранного шага пролётов укрупнённой сборки.

На уровне кровли выполняются работы по демонтажу плит перекрытия, расположенных над лестничным пролётом. Затем создаётся лестничный пролёт будущего надстраиваемого этажа. Также устанавливаются вентиляционные трубы и подводятся коммуникации вышерасположенного этажа.

По периметру здания создаётся монолитный железобетонный обвязочный пояс с закладными металлическими деталями, на которые впоследствии будут опираться монтируемые металлические блок-секции. Элементы блок-секций устанавливаются на месте либо отдельными частями, либо сборочными единицами 6.

На уровне надстраиваемого этажа они выравниваются в проектом положении. Опорная конструкция пролётов приваривается к закладным деталям, установленным в монолитном железобетонном поясе. Затем, в процессе монтажа блок-секций, выполняются работы по устройству утеплённой кровли и внутренние отделочные работы по созданию жилых помещений.

Кроме того, использование этого метода монтажа позволяет сократить время реконструкции за счёт укрупнённой сборки и монтажа полносборных проёмов блок-секций заводской готовности. Также упрощается монтаж сборочных единиц и сводится к минимуму негативное воздействие монтажно-демонтажных работ на жильцов здания. При этом используется только одна продольная сторона фасада здания.

На рис. 3 показана принципиальная технология выполнения несущего каркаса из стального профиля с комбинацией (1,2) и с комбинацией легких тонкостенных конструкций (4,6).

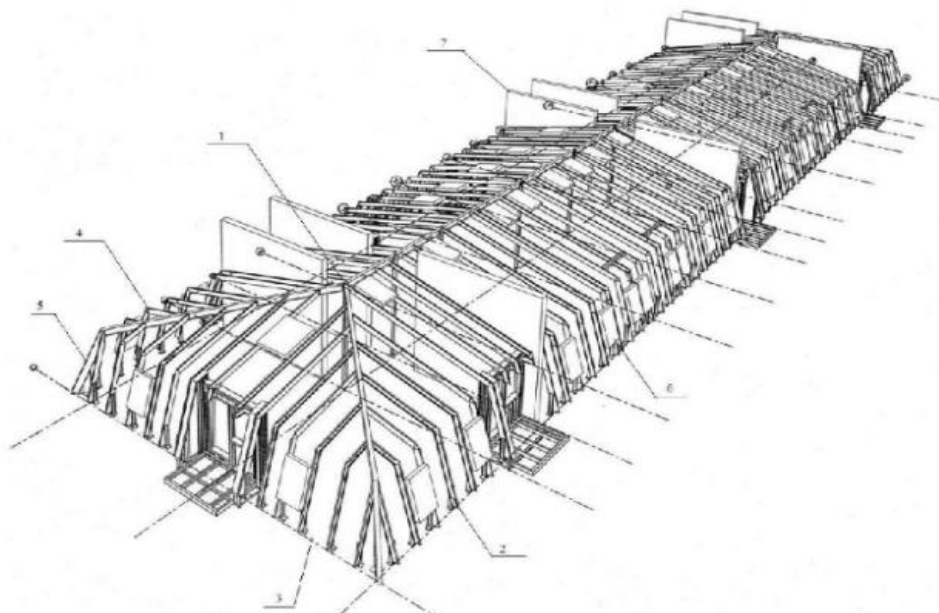


Рис.3. Принципиальная схема технологии надстройки мансардного этажа типовой серии 1-510/5 с применением комбинированного несущего каркаса мансарды:

1 – металлические колонны квадратного сечения; 2 – металлические выпуски квадратного сечения; 3 – монолитный железобетонный обвязочный пояс; 4 – типовые раскосы из легких тонкостенных конструкций; 5 – контрофорсы из ЛСТК; 6 – крышная оконная система типа «Velux»; 7 – вентиляционные трубы

После устройства несущего каркаса мансарды, производятся демонтажные работы плит перекрытия, расположенных над лестничным проемом, с дальнейшим устройством лестничного марша до уровня вновь обустроенного мансардного этажа. Каркас мансарды обустраивается при работе малогабаритных кранов, которые поднимают модульные типовые ЛСТК на уровень монтируемого мансардного этажа, где посредством болтовых соединений устанавливаются в проектное положение (рис. 4).

Поэтапно выполняют работы по обустройству мансардного этажа. Сначала занимаются наружной и внутренней отделкой. Затем устанавливают крышу с утеплителем и вентиляционными трубами. После этого возводят стены между комнатами, но при этом могут изменить планировку квартир.

Рассмотренная технология реконструкции жилого здания типовой серии с надстройкой дополнительного этажа предусматривает выполнения всех работ, касательно замены санитарно-бытовых узлов и иных коммуникаций, улучшение теплотехнических характеристик (утепления фасада, замена оконных и дверных блоков), а также надстройку дополнительного этажа. Этот метод отличается от старого способа надстройки этажа. Он использует легкие материалы, которые хорошо сохраняют тепло и служат долго. Эти материалы соответствуют современным стандартам качества.



Рис. 4. Принципиальная схема реконструкции здания с надстройкой мансардного этажа и применением комбинированного несущего каркаса мансарды.
Устройство несущего опорного каркаса мансарды

На основе анализа технологии строительства мансардного этажа можно сделать вывод, что в отличие от строительства, при реконструкции нет необходимости использовать мощные подъёмные механизмы. Это позволяет проводить работы без отселения и без создания неудобств для жильцов, а также минимизировать использование придомовой территории в качестве строительной площадки. При строительно-монтажных работах можно использовать малогабаритные стационарные краны или лебёдки, установленные на крыше здания.

Значительные положительные показатели рациональности выбора технологии реконструкции здания типовой застройки с надстройкой мансардного этажа рекомендуются для типового применения в решении жилищных проблем современных городов.

Литература

1. Аверьянов В.К. Концепция развития инженерной инфраструктуры при вторичной застройке жилых кварталов с одновременной реконструкцией домов первых массовых серий / В.К. Аверьянов, С.Н. Булгаков, С.А. Чистович // Промышленное и гражданское строительство. – 1997.
2. Реконструкция жилых ЗДАНИЙ Часть II Технологии реконструкции жилых зданий и застройки / А.А. Афанасьев, Е.П. Матвеев – Москва, 2008- 458стр.
3. Ройтман, А.Г. Ремонт и реконструкции жилых и общественных зданий [Текст] / А.Г. Ройтман, Н.Г. Смоленская. – М.: Стройиздат, 1978. – 316 с.
4. Шихов, А.Н. Реконструкция гражданских и промышленных зданий: монография/ А.Н. Шихов // М.-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВПО Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова. – Пермь: ИПЦ Прокрость, 2015. – 399 с.

Attic reconstruction technologies based on typical buildings

E.V. Dobrokhodova^a, O.E. Volkova

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^adobro.ekaterina96@yandex.ru

Keywords: reconstruction, mansard, technology, type series, research.

In this article, the existing solutions on the technology of the superstructure of the attic floor, on the building of the typical project of the series 1-510, were considered. The considered technologies of reconstruction of the residential building provides for the implementation of all works, concerning the replacement of sanitary and household units and other communications, improvement of thermal characteristics (facade insulation, replacement of window and door units), as well as the addition of an additional floor. Based on the analysis of the construction technology of the attic floor, it can be concluded that, unlike construction, there is no need to use powerful lifting mechanisms during reconstruction, which allows works to be carried out without settling and without creating inconveniences for residents, as well as minimize the use of the yard as a construction site.

УДК 691

О вопросе свойств и потенциального применения композитов из мягколиственной древесины в строительстве

А.Н. Ефремов, Ц.О. Ностаев, Е.А. Коткина, А.Д. Лихолетов., Д.С. Русаков^a

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^adima-ru25@mail.ru

Ключевые слова: древесина, утилизация, композиты, прочность, выделение формальдегида.

В данной статье рассматриваются аспекты повторного использования отходов, образующихся при переработке древесины мягких лиственных пород. Установлено, что захоронение техногенных отходов на свалках не является оптимальным решением, а применение древесных остатков для получения тепловой энергии ограничивается осенне-зимним периодом. Обосновано, что наилучший вариант использования отходов переработки древесины мягких лиственных пород – это создание композитов, поскольку спрос на недорогие строительные материалы непрерывно растет. Производство древесно-цементных материалов из мягколиственной древесины практически не ведется из-за наличия в ней водорастворимых сахаридов, которые негативно влияют на процесс гидратации цемента. Для минимизации неблагоприятного воздействия экстрагируемых веществ рекомендуется использовать карбамидоформальдегидный клей в качестве связующего. Получены математические зависимости прочности композита от расхода клея, древесины и времени выдержки после формирования. Установлены параметры для производства композита. Определены методы снижения выделения свободного формальдегида из композитов.

Доля деревянного домостроения составляет приблизительно 20 % от общего объема новых жилых зданий, вводимых в эксплуатацию. Увеличение спроса на доступное жилье с комфортными условиями проживания способствовало росту объемов деревянного строительства. Применение древесных материалов в создании жилых объектов и оптимизация взаимодействия между человеком, материалами и окружающей средой содействуют формированию комфортной жизненной среды [1, 2]. Для поддержания конкурентоспособности древесные материалы, используемые в деревянном домостроении, должны не только отвечать стандартам экологической безопасности, но и отличаться доступной ценой. Древесина признана самым экологически чистым и возобновляемым строительным материалом. Однако мягколиственные породы имеют низкие эксплуатационные характеристики по сравнению с хвойными, что снижает их популярность. Интенсивная добыча и переработка хвойного сырья привели к его нехватке в центральных регионах европейской части страны. Тем не менее, значительные запасы, высокая скорость роста и более низкая стоимость мягколиственной древесины по сравнению с хвойной делают ее использование перспективным вариантом.

Существуют определенные сложности, связанные с утилизацией отходов механической обработки, которые составляют около 40 % от общего объема перерабатываемого сырья. Утилизация техногенных отходов на полигонах приводит к захламлению территорий и наносят значительный экономический ущерб. Оценка предотвращенного экологического ущерба, связанного с недопущением захламления земель несанкционированными свалками, а также ликвидацией уже существующих несанкционированных свалок или уменьшением площадей для размещения отходов, осуществляется по следующей формуле [3, 4]:

$$V = \sum S_j \cdot K_{nj}, \quad (1)$$

где S_j – это площадь земель, которую удалось защитить от захламления (ликвидировав выявленное захламление или уменьшив площади объектов для размещения отходов) в течение отчетного периода, в гектарах; K_{nj} – коэффициент природно-хозяйственной значимости почв и земель j -ного типа.

Переработка отходов в тепловую энергию для отопления зданий и сооружений оказывается эффективной лишь в осенне-зимний период. Поэтому из отходов переработки древесины МЛП наиболее целесообразно производить композиты, так как спрос на недорогие строительные материалы постоянно растет.

Однако при производстве древесно-цементных композитов из мягколиственной древесины возникают определенные трудности. Наличие растворимых в воде сахаридов значительно затрудняет процесс гидратации цемента в таких композитах. Щелочная среда цементного раствора способствует выделению этих веществ из древесины, известных как «цементные яды». Чтобы снизить их негативное воздействие на прочность древесно-цементных композиций, активно применяются различные технологические приемы. Эти методы включают частичное удаление вредных веществ из древесного заполнителя, а также преобразование сахаридов в нерастворимые или безопасные для цемента соединения. Процессы "минерализации" древесного заполнителя представляют собой достаточно сложные операции, требующие многоступенчатой обработки заполнителя с использованием различных химикатов или продолжительной экспозиции.

Для уменьшения негативного влияния моносахаридов на прочность древесных композиций предлагается использовать быстротвердеющие вяжущие, минерального, и органического происхождения. Это позволит сократить время воздействия сахаридов на вяжущие компоненты. В рамках проведенного исследования был обос-

нован состав смесей для получения следующих строительных материалов: гипсо-стружечных плит, где соотношение компонентов по массе составляет гипс: древесина: вода (10:3:9); и цементно-гипсового арболита со следующими пропорциями: гипс: цемент: древесина: вода (8:12:7:15).

Разработаны условия получения композита с применением быстротвердеющего вяжущего – водостойкого карбамидоформальдегидного клея холодного отверждения [5, 6]. Проведено исследование влияния расхода дробленки древесины березы, карбамидоформальдегидного клея и продолжительности выдержки после формования на прочность клееного арболита по плану второго порядка В-3. Постоянные факторы: порода – береза; влажность древесины 8%; клей на основе смолы КФ120-65. Переменные факторы варьировались в следующих пределах: расход древесины для изготовления 1 м³ арболита (X_1) от 175 до 233 кг/м³; расход клея для изготовления 1 м³ арболита (X_2) от 262 до 380 кг/м³; продолжительность выдержки после формования (X_3) от 3 до 9 суток. В результате эксперимента получено уравнение регрессии, которое адекватно описывает процесс при 5 % уровне значимости в кодированном виде:

$$Y = 1,1 + 0,12X_1 + 0,32X_2 + 0,084X_3 + 0,04X_{12} - 0,035X_{22} - 0,038X_{32}, \quad (2)$$

Влияние различных переменных на прочностные характеристики композита представлено на рис. 1.

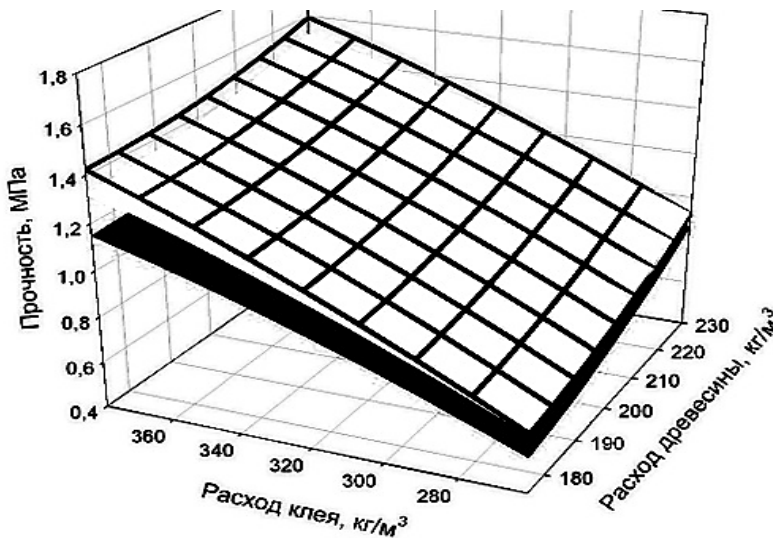


Рис. 1. Зависимость прочности композита при сжатии от расхода клея, и продолжительности выдержки после формования: 3, 6 и 9 суток

С увеличением количества клея и древесины отмечается рост прочности клееного арболита. После выдержки материала в течение 6 суток его прочностные свойства изменяются незначительно. Таким образом, были определены условия для получения композита путём решения оптимизационной задачи с ограничением прочности в 1 МПа: количество древесины должно составлять 190÷195 кг/м³, а количество клея – 262÷270 кг/м³; период выдержки после формования составляет 6 суток.

Существуют методы, позволяющие уменьшить выделение свободного формальдегида из различных композитов, такие как применение природных клеев и по-

лимерных микрочастиц, способных поглощать формальдегид в процессе склеивания [7–10].

Другим подходом к снижению содержания свободного формальдегида является частичная замена синтетических клеевых материалов на нетоксичные вещества с хорошей адгезией к древесине. К примеру, возможно добавление экстракта дубовой коры в карбамидоформальдегидные клеи для снижения токсичности при сохранении прочности соединений.

Для обоснования применения композитов на базе карбамидоформальдегидного клея в жилищном строительстве было проведено исследование токсичных веществ с использованием хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе «6850 Network GC System» компании «Agilent Technologies» (США). После 12 дней выдержки в паровоздушной смеси не обнаружено микропримесей формальдегида.

Таким образом, можно сделать несколько выводов. Хранение техногенных древесных отходов на свалках нецелесообразно, а использование их для отопления ограничено зимним периодом. Учитывая высокие теплоизоляционные свойства древесины, предлагается использовать мелкие отходы для производства теплоизоляционных строительных материалов с карбамидоформальдегидным клеем в качестве вяжущего. Определены параметры для производства стружечно-клеевого композита. Хроматограмма подтвердила отсутствие формальдегида в смеси после 12 суток.

Литература

1. Аболенцева А.А. Анализ рынка модифицированной древесины в строительстве: справочный каталог / А.А. Аболенцева, Т.Ю. Малеткина, Е.С. Долomanова // Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., 14-16 марта 2017 г., Томск: Изд-во ТГАСУ, 2017. – С. 386-389.
2. Батин М.О. Эксплуатационные свойства древесины, модифицированной полимерными композициями с нанодобавками / М.О. Батин, А.П. Пичугин // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2017. – С. 42-50.
3. Варанкина Г.С., Ермолаев Б.В., Гусаков Д.С. Формирование низкотоксичных композиционных материалов с использованием «пектола» // Современные проблемы переработки древесины. Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: СПбГЛТУ, 2014. С. 33-37.
4. ГОСТ 16483.7-71 Межгосударственный стандарт. Древесина. Методы определения влажности.
5. Залипаев А.А. Технология низкотемпературного склеивания хвойного шпона: автореф. дис. канд. техн. наук. СПб., 2004. 20 с.
6. Лавлинская О.В. Разработка клеевых композиций для производства фанеры пониженной токсичности: автореф. дис. канд. техн. наук. Воронеж, 2004. – 16 с.
7. Трошин Д.П. Новые связующие для производства фанеры с низким классом эмиссии формальдегида // Использование смол и клеев. Междунар. конф. Санкт-Петербург, 8-11 апр.: 2008 г. – СПб., 2008.- С. 78.
8. Шамаев В.А. Модификация лиственной древесины: Обзорная информация. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1980. – 32 с.
9. Хухрянский П.Н. Прессование древесины. – М.: Лесная пром-сть, 1964. – 348 с. 3. ГОСТ 16483.2-70 Древесина. Метод определения условного предела прочности при местном смятии поперек волокон
10. Платонов А.Д., Снегирева С. Н., Киселева А.В., Мозговой Н.В. Получение прессованной древесины с заданными показателями качества / Повышение эффективности управления устойчивым развитием лесопромышленного комплекса : Всероссийской научн.-практ. конф. посвященной 90-летию Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова Всероссийской научной конференции (15-16 октября 2020 г. Воронеж. – Воронеж. – 2020. С. 359-364.)

On the issue of properties and potential applications of softwood composites in construction industry

A.N. Efremov, C.O. Nostaev., E.A. Kotkina, A.D. Likholetov, D. S. Rusakov^a

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^adima-ru25@mail.ru

Keywords: wood, recycling, composites, strength, formaldehyde release.

This article deals with the aspects of reuse of waste generated during the processing of soft hardwoods. It is established that the burial of technogenic waste in landfills is not an optimal solution, and the use of wood residues for heat energy is limited to the autumn-winter period. It is substantiated that the best option for utilisation of soft hardwood processing waste is the creation of composites, as the demand for inexpensive building materials is continuously growing. Production of wood-cement materials from soft-leaved wood is practically not carried out due to the presence of water-soluble saccharides in it, which adversely affect the process of cement hydration. To minimise the adverse effect of extractable substances it is recommended to use urea-formaldehyde glue as a binder. Mathematical dependences of composite strength on glue consumption, wood and holding time after formation are obtained. The parameters for composite production are established. Methods of reduction of free formaldehyde emission from composites are determined.

УДК 624.131.439.5

Обзор и анализ стендов для сдвига грунтов по различным поверхностям

С.А. Зеньков^a, П.Ю. Дрюпин, И.С. Бондалет, Д.А. Минеев, К.И. Кабутов

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^amf@brstu.ru

Ключевые слова: адгезия, сдвиговой стенд, напряжение сдвига.

В данной статье авторы проводят исследование в области адгезии грунтов к рабочим органам землеройных и землеройно-транспортных машин, которое затруднительно в виду большого количества факторов, влияющих на появление и величину адгезии: внешних факторов; факторов, зависящих от физико-химических свойств грунта; факторов, зависящих от физико-механических свойств поверхности. Задача исследователя обеспечить соблюдение одинаковых условий в процессе всего эксперимента, однако это затруднительно, так как погодные условия могут изменяться в течении часа, а лабораторные установки монтируются на открытом уличном пространстве. Авторами предложена модель стенда, решающая данную задачу.

Производство землеройных и землеройно-транспортных работ на грунтах, обладающих высокой липкостью, затруднено тем, что налипший грунт оказывает

ряд негативных воздействий, как на рабочий орган (например, уменьшает полезный объем ковша), так и на процесс копания (например, увеличение лобового сопротивления копанию). Липкость влажных связных грунтов обусловлена возникновением адгезионных сил между поверхностью рабочих органов и грунтом [3–5].

Адгезионные силы, возникающие между поверхностью рабочего органа и грунтом, являются сложным явлением, зависящий от многих факторов, которые можно объединить в группы:

1. *Внешние факторы.* К данной группе факторов можно отнести факторы, зависящие от природно-климатических условий (например, температура окружающей среды, влажность воздуха, ветренность, давление воздуха и др.).

2. *Факторы, зависящие от физико-химических свойств грунта.* К данной группе можно отнести такие факторы как: влажность грунта, дисперсность грунта, температура грунта и др.

3. *Факторы, зависящие от физико-механических свойств поверхности.* К данной группе факторов можно отнести: материал контактирующей поверхности, качество обработки и температура поверхности контакта и др.

Большая часть известных лабораторных стендов направлена на изучение когезионных сил, возникающих в связных грунтах [1, 6, 7].

Так, известен стенд [1], авторы А.Л. Крыжановский, Т. Рахмонов, Р.Г. Погосян. Изобретение относится к области механики грунтов и предназначается для определения прочностных характеристик грунтов. Цель изобретения – повышение точности определения параметров сопротивления грунтов сдвигу (рис. 1).

Данное устройство (рис. 1) включает платформу 1, неподвижно установленную на ней нижнюю плиту 2, на которой закреплены вертикальные опорные элементы 3 и 4 и размещена роликовая каретка 5, верхнюю плиту 6 с роликовой кареткой 7 и размещенную между роликовыми каретками 5 и 7 камеру 8 для образца грунта. Камера состоит из нижней крышки 9 с прокладками 10 и 11, внутри которой размещены нижний штамп 12, резиновая диафрагма 13 и поршень 14, нижняя обойма 15, установлена на прокладке 11, разрезные кольца 16 и верхняя обойма 17, на которой последовательно установлены прокладки 18 и 19 и верхняя крышка 20, внутри которой размещены верхний штамп 21, резиновая диафрагма 22 и поршень 23. Верхняя и нижняя плиты скреплены между собой затяжными болтами 24. На опорных элементах 3 и 4 закреплены верхний и нижний домкраты 25 и 26 с динамометрами 27 и 28. Домкраты 25 и 26 торцами оперты на обоймы 15 и 17. Крышки снабжены патрубками 29 и 30 для подключения к системе пневматического нагружения (не показано). Для регистрации вертикальных деформаций образца грунта устройство снабжено индикаторами 31 [1].

После завершения фиксации вертикальной деформации грунта начинают испытание его непосредственно на сдвиг. Посредством домкратов 25 и 26 на нижнюю и верхнюю обоймы 15 и 17 прикладывают горизонтальную нагрузку, например статическую, с возрастающими ступенями. Задают величину встречных перемещений обойм 15 и 17, например на 1 посредством домкратов 25 и 26 до стабилизации величин усилий на динамометрах 27 и 28. Затем увеличивают величины горизонтальных перемещений корпусов ступенями, например, до 22 мм со ступенями через 1 мм и аналогичным образом фиксируют величины горизонтальных усилий посредством динамометров. При испытании грунтов непосредственно фиксируют пиковые и остаточные значения величин сопротивления грунта сдвигу [1].

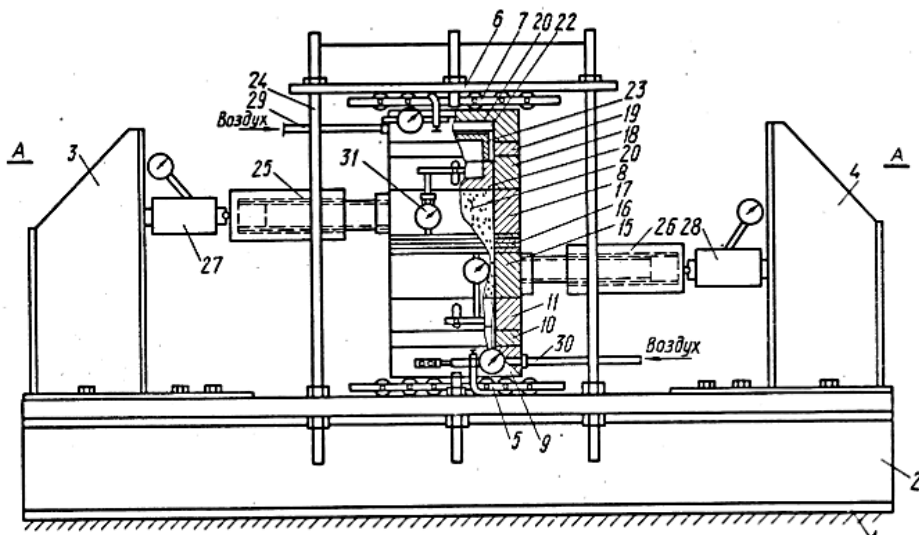


Рис. 1. Схема устройства (Авторское свидетельство 1096527)

Рассмотрим конструкции лабораторных стенов задачй которых является определение величины адгезионных сил, то есть сил, возникающих между связным грунтом и рабочей поверхностью.

Известна установка для исследования воздействия ультразвука на сцепления и трение грунтов [2] авторов В.И. Баловнева, В.Я. Дворкового, Ю.П. Бакатина, А.Б. Ермилова, Л.А. Хмары.

Изобретение относится к землеройно-транспортной технике и предназначено для исследования воздействия ультразвука на сцепление и трение грунтов. Общий вид установки показан на рис. 2.

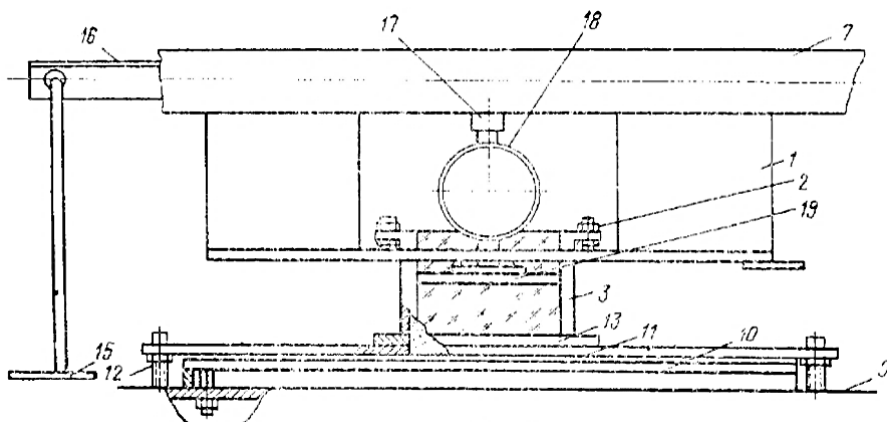


Рис. 2. Общий вид установки (авторское свидетельство 526807)

Каретку (рис. 2) 1 устанавливают в крайнее левое положение. Рамка 3 опирается на сменную накладку 13, укрепленную на кассете И рычаг 16, поворачивая вокруг пальца 21, поднимают вверх. При этом серьга 17, тензозвено 18 и пята 19 перемещаются в приподнятое положение, открывается доступ к рамке сверху для размещения образца грунта. Поворачивая рычаг 16 вокруг пальца 21 в обратном направлении, переводят его в горизонтальное положение. Пята 19 опускается на грунт

сверху. На подставку 15 помещают требуемый груз. Кассету устанавливают с зазором между рамкой и излучателем. Для этого вначале осуществляют подъем рамки вращением гаек, перемещающихся по шпилькам 2 вверх [2].

Кассету 11 поднимают аналогичным образом, вращая гайки, находящиеся в шпильках 12. Образец грунта при этом остается на месте за счет пригрузки и опирается на поверхность 10 ультразвукового излучателя. Включают питание ультразвукового излучателя и привод перемещения каретки. Параллельно осуществляют регистрацию тяги и величину вертикальной пригрузки. Сдвиг грунта происходит по зазору между верхней поверхностью кассеты с накладкой 13 и рамкой 3. После проведения испытания рамку 3 освобождают от грунта, для чего каретку 1 перемещают за поверхность 10 излучателя, и грунт высыпается из рамки вниз под действием пригрузки. С подставки 15 удаляют груз, а рычаг 16 переводят в вертикальное положение. Изменяя толщину сменной накладки 13, проводят исследования при различных расстояниях от плоскости сдвига до поверхности ультразвукового излучателя [2].

Еще один сдвиговой стенд [8] авторов В.И. Баловнева, Ю.П. Бакатина, С.А. Зенькова, С.В. Журавчук. Изобретение относится к строительству и может быть использовано для определения влияния различных факторов на напряжение сдвига различных материалов и грунтов по металлической поверхности при ультразвуковом воздействии (рис. 3).

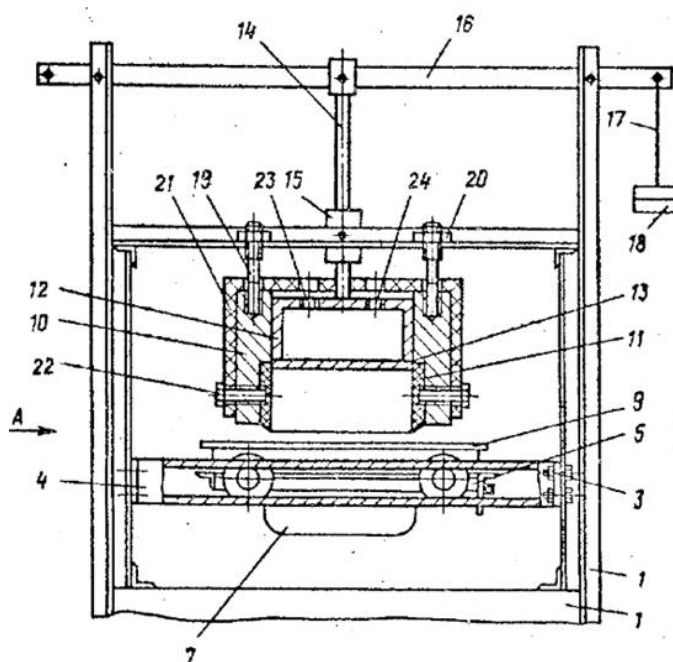


Рис. 3. Общий вид установки (авторское свидетельство 1310696)

Сдвиговой стенд (рис. 3) содержит металлическую раму 1 с регулировочными винтами 2 и закрепленными на ней при помощи болтовых соединений 3 с возможностью вертикального перемещения направляющими 4, каретку 5, снабженную катками 6 и установленную подвижно в направляющих 4, жестко закрепленный на каретке 5 источник 7 ультразвуковых колебаний, например магнитострикционный, с теплоизолированным корпусом 8 и излучающей поверхностью 9 и цилиндрическую обойму 10 без дна с размещенными внутри и концентрично ее оси съемным кольцом 11 и штампом 12 с крышкой 13. Штамп 12 жестко связан со штангой 14, которая

установлена подвижно с возможностью вертикального перемещения в жестко закрепленной на раме 1 направляющей втулке 15 и соединена шарнирно с нагрузочным рычагом 16, на свободном, конце которого подвешена подставка 17 со съемными (сменными) грузами 18. Обойма 10 без дна посредством шпилек 19 с гайками 20 с возможностью регулировки прикреплена к раме 1 и снабжена теплоизоляционным кожухом 21 и двумя болтами 22 для фиксации - в ней съемного кольца 11. Кольцо 11 из пластмассы, например ударопрочного полиэтилена высокого -давления, выполнено с внутренним диаметром, равновеликим наружному диаметру штампа 12. Последний выполнен полым с отверстиями 23 и 24 с одной стороны для подвода и отвода хладагента и герметично закрыт крышкой 13. Теплопроводность материала крышки 13 больше теплопроводности материала штампа 12. Полости штампа 12 и корпуса 8 источника 7 ультразвуковых колебаний заполнены хладагентом, например – этиленгликолем, и соединены теплоизолированными трубопроводами (не показаны) через трехходовой кран 25, охладитель 26 и кран 27 и источником хладагента – емкостью 28 [8].

Исследование процесса возникновения адгезионных сил между поверхностью рабочих органов и грунтов затруднено тем, как отмечалось ранее, что на величину адгезии влияет множество факторов. И для детального и точного изучения процесса появления адгезии грунта к поверхностям рабочих органов, а также, для определения значимости факторов, влияющих на величину адгезионных сил, в лабораторных условиях, необходимо строго соблюдать величину всех факторов.

На рассмотренных стендах, выдержать значения внешних факторов (таких как температура окружающей среды, ветреность, влажность воздуха и т. д.) в необходимых пределах или значениях для исследователя достаточно трудная задача. Особенно соблюдение данных факторов необходимо, когда температура окружающей среды является отрицательной.

Предлагаемая конструкция лабораторной установки «Сдвиговой стенд» представляет собой установку (рис. 4), смонтированную в изолированную камеру, в которой на протяжении всего экспериментального исследования возможно установить и сохранить показатели внешних факторов на одном уровне.

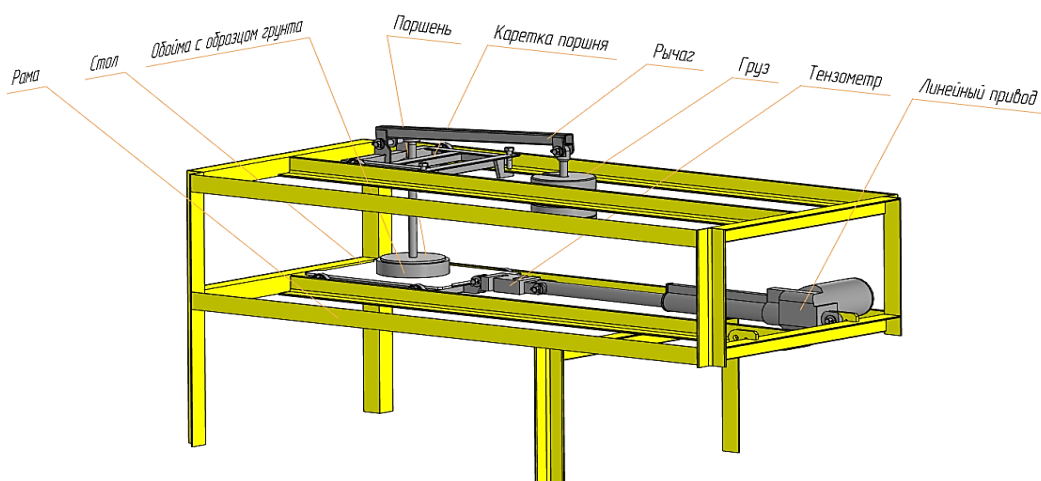


Рис. 4. Установка «Сдвиговой стенд»

Подвижная установка представляет собой жестко смонтированную раму, на которой по нижнему ярусу перемещается стол (имитатор рабочей поверхности)

с помещенным на нем образцом грунта в обойме. На верхнем ярусе рамы установлена каретка поршня, сам поршень, который передает давление прижатия на образец грунта. Необходимое давление прижатия достигается путем подвешивания груза на рычаг, соединенного с поршнем.

Усилие (напряжение) сдвига измеряется следующим образом. Подвижный стол, с которым образец грунта соприкасается перемещается по средствам линейного привода, а обойма с грунтом остается неподвижной относительно рамы. В связи с чем, тензометр, установленный между подвижным столом и линейным приводом, снимает показания усилия (напряжения) сдвига, которое возникает между рабочей поверхностью и образцом грунта.

Данная конструкция лабораторного стенда позволяет устанавливать значения внешних факторов на одном уровне, что приводит к более точным результатам измерений, а также дает преимущество по проведению испытаний вне зависимости от природно-климатических условий, что в свою очередь сокращает время проведения эксперимента.

Литература:

1. Авторское свидетельство №1096527 СССР. Способ испытания грунтов на сдвиг и устройство для его осуществления / А.Л. Крыжановский, Т. Рахманов, Р.Г. Погосян – Заявка № 903468 от 02.09.1983; опубл. 06.07.84, Бюл. №12.
2. Авторское свидетельство №526807 СССР. Установка для исследования воздействия ультразвука на сцепления и трения грунтов / В.И. Баловнев, В.Я. Дворковой, Ю.П. Бакатин, А.Б. Ермилов, Л.А. Хмара – Заявка № 1967608/33 от 31.10.1973; опубл. 30.08.76, Бюл. №32.
3. Wang X.L., Ito N., Kito K. Study on reducing soil adhesion to machines by vibration. In: Proceedings of the 12th International Conference of ISTVS, 7-10 October, 1996 (Yu Q; Qiu L, eds). 1996. P. 539–545. China Machine Press, Beijing, China.
4. Заднепровский Р.П. Теория трения скольжения. Волгоград: Ofset. 2005. 51 с.
5. Заднепровский Р.П. Рабочие органы землеройных и мелиоративных машин и оборудования для разработки грунтов и материалов повышенной влажности. М.: Машиностроение, 1992. 176 с.
6. Zenkov S.A., Kirichenko O.P., Mineev D.A. Reducing adhesion of soil to the earthmoving machines using piezoceramic transducers // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2017. № 4. С. 56-58.
7. ООО «Геоинжпротехнологии». Мобильная сдвиговая установка для испытания грунтов МСУ-2. – URL: <http://geoingpromtex.ru/msu-2.html/> (дата обращения: 30.03.2025);
8. Патент №1310696 СССР. Сдвиговой стенд / В.И. Баловнев, Ю.П. Бакатин, С.А. Зеньков, С.В. Журавчук – Заявка №3992052 от 12.12.1985; опубл. 15.05.1987, Бюл. №18.

Review and analysis of soil shear stands on various surfaces

S.A. Zenkov,^a P.Yu. Dryupin, I.S. Bondalet, D.A. Mineev, K.I. Kabutov

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^amf@brstu.ru

Keywords: adhesion, shear stand, shear stress.

In this article, the authors conduct a study in the field of soil adhesion to the working bodies of earthmoving and earthmoving-transport machines, which is difficult due to a large number of factors affecting the occurrence and magnitude of adhesion: external factors; factors depending on the physical and chemical properties of the soil; factors de-

pending on the physical and mechanical properties of the surface. The task of the researcher is to ensure compliance with the same conditions during the entire experiment, but this is difficult, since weather conditions can change within an hour, and laboratory installations are mounted in an open street space. The authors propose a model of the stand that solves this problem.

УДК 621.879

О возможности применения пьезокерамических излучателей для снижения адгезии грунтов при их разработке

С.А. Зеньков^а, Д.А. Минеев^б, П.Ю. Дрюпин, И.С. Бондалет, П.Д. Быков

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аmf@brstu.ru, ^бmineev_67@mail.ru

Ключевые слова: адгезия, пьезокерамические излучатели, очистка, ковш.

Проблема разработки влажного связного грунта машинами для земляных работ возникает во всех температурных диапазонах окружающей среды. В данной статье рассматривается вопрос использования одного из методов борьбы с адгезией грунта на ковш экскаватора такого как – комбинированный с использованием пьезокерамических излучателей. При работе пьезокерамические преобразователи нагреваются, что в сочетании с высокочастотной вибрацией дает на выходе комбинированное воздействие (термоакустическое). Их действие основано на явлении обратного пьезоэлектрического эффекта. Преимуществом использования пьезокерамических излучателей является их компактность и возможность равномерного размещения по поверхности ковша.

При разработке влажных грунтов (особенно при минусовой температуре) происходит намерзание и налипание грунта на рабочие органы, что существенно снижает производительность экскаваторов. Это снижение – результат уменьшения полезной емкости ковшей за счет неполной выгрузки, роста сопротивления при копании в результате налипания влажного грунта к ковшу, увеличения сопротивления входа в ковш, роста простоев экскаваторов ввиду необходимости очистки ковшей. Также возрастают энергетические потери из-за роста сил трения, и ухудшается качество выполняемых работ. Доля силы трения при копании и планировке достигает 30–70 % от общего сопротивления копания, а производительность снижается в 1,2–2 раза.

Существует четыре группы методов устранения адгезии грунтов к поверхностям рабочих органов землеройных машин: методы создания на границе контакта промежуточного слоя, методы, способствующие ослаблению адгезионных связей за счет внешнего (интенсифицирующего) воздействия, конструктивно-технологические методы, комбинированные методы. По характеру и принципу действия методы и средства для борьбы с прилипанием и примерзанием грунтов к рабочим органам землеройных машин можно разделить на профилактические средства (предотвращение адгезии) и средства для очистки ковша (восстановление эвакуирующей способности грунта) [1].

Известно, что наиболее эффективны для борьбы с адгезией грунта комбинированные методы, к которым относится применение пьезокерамических излучателей. При работе пьезокерамические преобразователи нагреваются, что в сочетании с высокочастотной вибрацией дает на выходе комбинированное воздействие (термоакустическое). Их действие основано на явлении обратного пьезоэлектрического эффекта. Преимуществом использования пьезокерамических излучателей является их компактность и возможность равномерного размещения по поверхности ковша, что будет являться устройством для обогрева ковша и ультразвукового воздействия [2–4, 8–10].

Рассмотрим пьезокерамические излучатели, наиболее подходящих для использования их на рабочих органах строительно-дорожных машин. Основные физико-механические характеристики пьезокерамических излучателей представлены в табл. 1 [7, 8].

Таблица 1

Основные физико-механические характеристики пьезокерамических излучателей

Параметр	Символ	Единица измерения	Марка материала			
			ЦТС-19	ЦТБС-3	ПКВ-460	PZT-40
Относительная диэлектрическая проницаемость	$\varepsilon_{33}^T/\varepsilon_0$	1	1650	2325	1550	2325
Тангенс угла диэлектрических потерь в слабых полях при $E=25\text{кВ/м}$	$\text{tg } \delta$	1	0,030	0,012	0,003	0,003
Коэффициент электро-механической связи	K_p	1	0,56	0,52	0,59	0,61
	K_{31}	1	0,29	0,30	0,33	0,35
	K_{33}	1	0,64	0,64	0,71	0,70
Пьезоэлектрический модуль	$(-) d_{31}$	10^{-12} Кл/Н	155	158	145	158
	d_{33}		360	360	315	360
Частота постоянна	N_p	Hz-m	2,00	2,4	2,24	2,40
Скорость звука	VE1	10^3 м/с	2,95	3,47	3,15	3,6
Упругая податливость	SE11	10^{-12} м ² /Н	15,80	11,10	12,70	10,00
	SE33		16,80	13,90	15,30	12,4
Коэффициент Пуассона	σ	1	0,38	0,30	0,32	0,29
Предел механической прочности при статическом растяжении/сжатии, не менее	сжат.	10^6 Н/м ²	не норм.	21,60	18,60	21,60
	сжат.		294	392	400	350
Механическая добротность	Q_m	1	90	200	1200	1500
Точка Кюри	T_c	0С	290	180	295	330
Плотность	ρ	10^3 кг/м ³	7,4	7,2	7,60	7,7

При выборе материала для пьезокерамических пластин, был выбран сегнетоэлектрический материал PZT-40 (рис. 1).

Этот материал обладает высокой механической добротностью $Q_m = 1500$. Высокое значение добротности необходимо для получения длительных ультразвуковых колебаний. Еще одно из требований, которое предъявляется данному материалу, это

малые диэлектрические потери [5]. Диэлектрические потери определяются тангенсом угла диэлектрических потерь и данный материал полностью соответствует данному требованию $\tan(\delta) = 0,003$. Коэффициенты электромеханической связи k_p , k_{33} , k_{31} описывают способность пьезоэлемента преобразовывать энергию из электрической в механическую и наоборот. Каждый из этих коэффициентов должен иметь высокое значение, для качественной работы пьезокерамической шайбы $k_p = 0,61$, $k_{33} = 0,35$, $k_{31} = 0,70$. Плотность пьезокерамической пластины составляет $\rho_3 = 7,7 \cdot 10 \text{ кг/м}^3$. Температура Кюри $T_k = 330$ определяет предельную температуру, при которой наступает область фазового перехода в материале (тепловое движение молекул разрушает дипольную структуру материала и пьезоэлектрические свойства исчезают). d ($d_{33} = 36$, $d_{31} = -160$) – пьезомодули (по направлению рабочих деформаций) определяют рабочий диапазон перемещений исполнительного устройства [9].

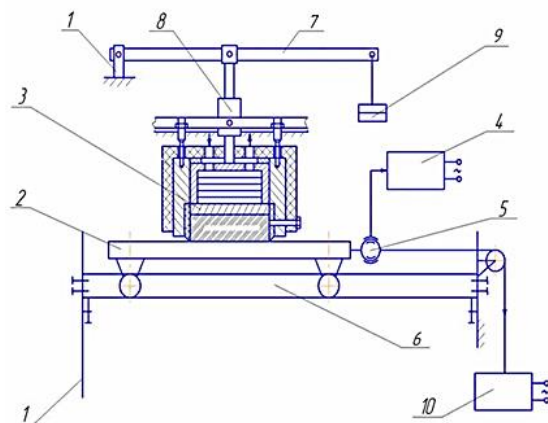
Все эти характеристики говорят о том, что PZT-40 отлично подходит при выборе материала для пьезокерамических дисков. Для оценки эффективности использования дискового пьезокерамического излучателя PZT-40 планируется произвести эксперименты на стенде сдвигового типа при различной температуре окружающей среды (рис. 2) [7].



Рис. 1. Дисковый пьезокерамический излучатель PZT-40



а



б

Рис. 2. Сдвиговой стенд:

а – лабораторная установка; б – принципиальная схема; 1 – рама; 2 – каретка; 3 – обойма; 4 – тензометрическая аппаратура; 5 – тензометрический датчик; 6 – направляющая; 7 – нагрузочный рычаг; 8 – втулка; 9 – груз; 10 – приводной механизм

Сдвиговой стенд позволяет определить сдвиговое усилие, которое возникает при взаимодействии грунта с имитатором ковша, когда на зону контакта не действует тепловое излучение, при различной внешней температуре и различном давлении прижатия и сравнить его со значениями сдвигового усилия при действии дискового пьезокерамического излучателя.

Литература

1. Бобцов А.А., Бойков В.И., Быстров С.В., Григорьев В.В., Карев П.В. Исполнительные устройства и системы для микроперемещений. – СПб: Университет ИТМО, 2017. – 134 с.
2. Баловнев В.И., Бакатин Ю.П., Зеньков С.А., Журавчук С.В. Сдвиговой стенд // Авторское свидетельство SU 1310696 A1, 15.05.1987. Заявка № 3992052 от 12.12.1985.
3. Зеньков С.А. Влияние ультразвукового воздействия на адгезию грунтов к рабочим органам землеройных машин / С.А. Зеньков, К.А. Игнатьев // Системы. Методы. Технологии. 2012. № 2. С. 43-45.
4. Зеньков С.А. Устранение налипания грунта на рабочие органы землеройных машин с использованием пьезокерамических излучателей / С.А. Зеньков, К.А. Игнатьев, А.С. Филонов, Н.А. Балахонов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2013. Т. 1. С. 64-72.
5. Зеньков С.А. Снижение адгезии грунтов к рабочим органам землеройных машин при помощи высокочастотного воздействия / С.А. Зеньков, А.С. Козик, О.А. Буйлов // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2011. Т. 2. С. 88-92.
6. Piezoelectric ceramic supplier | soft & hard piezo ceramic materials | In HS. – ULR: <https://www.he-shuai.com/> (дата обращения 15.04.2025 г).
7. Пьезокерамика Аврора-ЭЛМА. – ULR: [<https://avrora-elma.ru/>] (дата обращения 21.04.2025 г).
8. Средства и способы предотвращения прилипания и примерзания горной массы к металлическим рабочим поверхностям // Сборник научных трудов. – Челябинск: НИИОГР, 1972. 36 с.
9. Ультразвуковые процессы в производстве изделий электронной техники: в 2-х т. / С.П. Кундас, В.Л. Ланин М.Д. Тявловский и др. Под общ. ред. акад. НАН Беларуси А.П. Достанко. – Мн.: Бестпринт, 2002. -404 с.
10. Ультразвуковые процессы в производстве изделий электронной техники: в 2 т. / С.П. Кундас, В.Л. Ланин М.Д. Тявловский и др. Под общ. ред. акад. НАН Беларуси А.П. Достанко. – Мн.: Бестпринт, 2002. – 404 с.

On the possibility of using piezoceramic emitters to reduce soil adhesion during their development

S.A. Zenkov^a, D.A. Mineev^b, P.Yu. Dryupin, I.S. Bondalet, P.D. Bykov

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, 665709, Russian Federation

^amf@brstu.ru, ^bmineev_67@mail.ru

Keywords: adhesion, piezoceramic, radiators, cleaning, bucket.

The problem of developing wet cohesive soil by earthmoving machines arises in all temperature ranges of the environment. This article discusses the issue of using one of the methods of combating soil adhesion to the excavator bucket, such as a combined method using piezoceramic emitters. During operation, piezoceramic transducers heat up, which, in combination with high-frequency vibration, produces a combined effect (thermoacoustic). Their action is based on the phenomenon of the inverse piezoelectric effect. The ad-

vantage of using piezoceramic emitters is their compactness and the possibility of uniform placement over the surface of the bucket.

УДК 666.97

Операционный контроль качества строительной продукции на ООО «КБЖБ»

П.В. Кабин^а

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аkabinpetr40@gmail.com

Ключевые слова: контроль качества, операционный контроль, преднапряжённые изделия, натяжение арматуры.

В статье описывается пооперационный контроль качества при производстве железобетонных изделий (ЖБИ) на ООО «КБЖБ». Изготовление железобетонных изделий предусматривает подготовку форм, армирование, укладку и уплотнение бетонных смесей, тепловую обработку изделий с последующей распаубкой. При подготовке форм предусматривается проверка геометрических размеров, контроль чистки и смазки. Контроль качества поставляемой арматуры по сертификатам и выборочный контроль прочности на разрывной машине в качестве входного контроля дополняется контролем качества сварных соединений и временных анкеров для преднапряжённой арматуры. Контроль температуры нагрева пирометром «Кельвин Компакт 1300» и уровня напряжения арматуры с помощью ДО-60С-МГ4.03 обеспечивают требуемую точность предварительного натяжения арматуры. Контроль удобоукладываемости бетонной смеси и прочности бетона после тепловлажностной обработки завершают операционный контроль при изготовлении ЖБИ, а итоговая оценка качества готовых изделий выполняется приёмочным контролем.

Качество выпускаемой продукции зависит от правильной разработки, в соответствии с современными требованиями, технической документации и эффективной организации технологических процессов. Контроль качества на предприятии подразделяется на входной, операционный и приёмочный (рис. 1). Входной контроль проводится на начальных этапах производственного процесса и направлен на оценку качества сырья, материалов или комплектующих, поступающих на предприятие. Операционный контроль выполняется во время или после завершения технологических операций с целью своевременного предотвращения отступлений от требований проектной и нормативной технической документации при изготовлении изделий. При приёмочном контроле качества осуществляется контроль готовой продукции с целью установления пригодности к поставке или использованию по назначению.

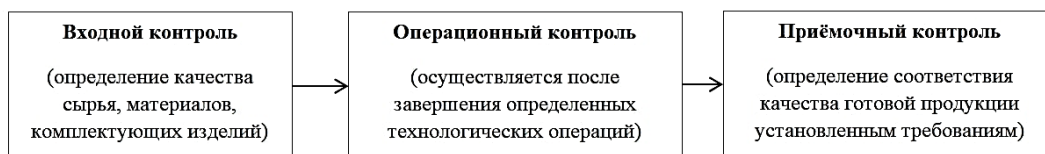


Рис. 1. Схема организации технического контроля на предприятии

На сегодняшний день Комбинат Братскжелезобетон единственное предприятия в г. Братске и в Иркутской области, которое занимается выпуском широкой номенклатуры железобетонных изделий для строительства жилых и производственных зданий, товарного бетона и элементов благоустройства. А также комбинат оказывает услуги по автомобильным поставкам ЖБИ, бетона и инертных материалов.

Основная технологическая схема КБЖБ представлена на рис. 2.

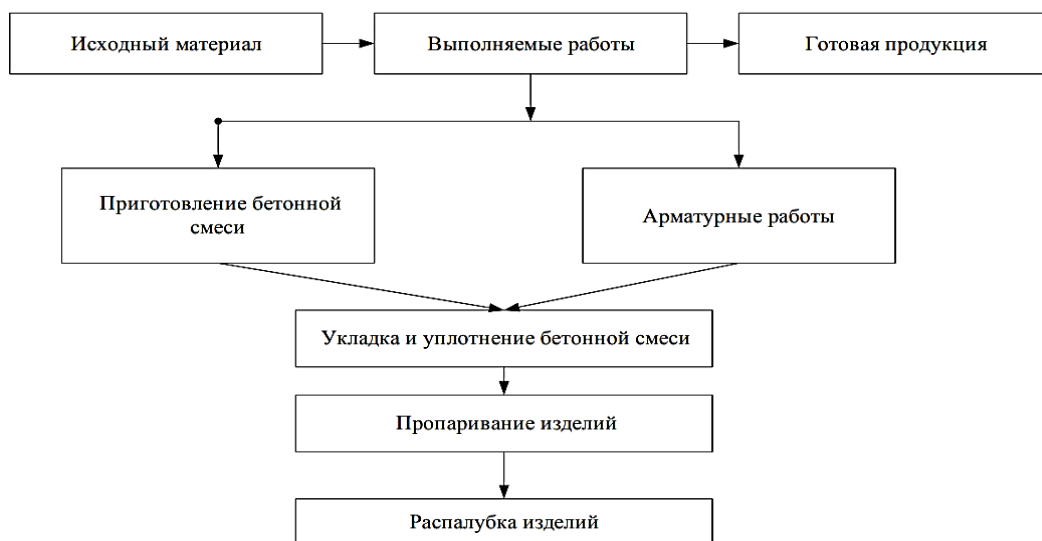


Рис. 2. Технологическая схема производства на заводе ООО КБЖБ

Изготовление железобетонных изделий включает следующие технологические процессы: подготовка форм, армирование, укладка и уплотнение бетонных смесей, тепловая обработка изделий и распалубка [3].

В формовочных цехах комбината процесс изготовления изделий начинается с подготовки форм. При поступлении формы со склада на приёмочный пост мастер формовочного цеха совместно с технологом и контролёр-лаборантом принимают опалубку. В первую очередь проводится визуальный осмотр опалубки на наличие: ржавчины, шероховатостей, вмятин на лицевой поверхности. Если имеется ржавчина на поверхности опалубки, то существует несколько способов её устранения:

- наносится смазочный состав Экол-ЭКС-4, присыпая цементом, после чего ветошью вытирают поверхность и повторно проводят операцию.
- при помощи угловой шлифовальной машинки (болгарка) очищаются небольшие участки
- для больших участков (ПДН, ПАГ, ребристые плиты) используется мозаично-шлифовальная машина с корщётками на рис. 3.

Далее при помощи металлической рулетки измеряют габаритные размеры формы в пределах допускаемых отклонений в соответствии с проектом или по согласованию с заказчиком. В формах для преднапряжённых изделий контролируют расстояние между упорами с точностью до миллиметра (табл. 1). Металлическим угольником проверяют углы отклонения от перпендикулярности бортов к поддону собранной формы.

Чистку форм производят сжатым воздухом, тщательно отчищая от остатков бетона и конденсата. После наносят смазочные составы Экол-ЭКС-7 или Экол-ЭКС-4, обладающие достаточной адгезией к металлу и не вызывающие коррозию метал-

лоостнастки. Смазочные составы следует наносить распылителями тонким равномерным слоем и обильнее в районе шарниров. Чрезмерное нанесение смазки приведет к дефектам бетона и появлению масляных пятен на поверхности изделий.



Рис. 3. Мозаично-шлифовальная машина с корщётками

Таблица 1

Предельные отклонения размеров между опорными поверхностями упоров

Интервалы номинальных размеров между опорными поверхностями упоров	Предельные отклонения
До 6500	-2
Свыше 6500» 13000	-3
»13000» 19000	-4
»19000	-5

Приемка арматурной стали производится по сертификатам с обязательной проверкой наличия прикрепленных к стали металлических или деревянных бирок, которыми завод-изготовитель снабжает каждый пакет или моток арматурной стали [2]. Контролер-лаборант от каждой новой партии отбирает по 3 образца арматуры для испытания при помощи разрывной машины Р-10. Испытания арматуры проводятся согласно ГОСТ 12004-81 и ГОСТ 34028-2016.

При изготовлении сеток из гладкой стержневой арматурной стали класса А240 (А-I) свариваются все пересечения стержней для рабочей арматуры. В сетках с рабочей арматурой периодического профиля (стержневой и проволоочной) допускается сварка пересечений стержней через одно или через два пересечения в шахматном порядке, если в рабочих чертежах отсутствуют специальные указания. Два крайних стержня в сетках должны быть сварены во всех пересечениях [1].

Для напрягаемой арматуры, закрепляют на концах временные концевые анкера в виде приваренных коротышей или стальных опрессованных в холодном состоянии шайб (рис. 4). Временные концевые анкера отбирают по 3 образца и испытывают их на разрывной машине Р-10.

Арматурные сетки, каркасы и закладные детали необходимо устанавливать в форму в соответствии с требованиями действующих стандартов и проектной документации. Для обеспечения защиты арматуры от контакта с поверхностью устанавливают пластиковые фиксаторы различных форм (рис. 5).



Рис. 4. Временные концевые анкеры



Рис. 5. Пластиковые фиксаторы различных форм:

а – х-образный; *б* – потолочная опора (стульчик); *в* – звездочка; *г* – дисковый; *д* – кольцевой

Натяжение арматуры для преднапряжённых конструкций при электротермическом способе производят на автоматизированных установках для нагрева арматуры применяют сталь класса А800 и А1000. За счёт разогрева стержни удлиняются, что позволяет уложить их свободно в упоры форм вручную. При этом обязательно должен быть осуществлен контроль предельной температуры нагрева арматуры, установленной проектной документацией для соответствующих марок сталей. Температуру нагрева контролируют с помощью пирометра «Кельвин Компакт 1300» (рис. 6). Во избежание снижения предела текучести и временного сопротивления нагретой арматуры температура нагрева не должна превышать значений, приведённых в табл. 2 [3]. Повторный нагрев стержней арматуры не рекомендуется. В случае

необходимости, может быть выполнен только после полного её остывания, и до температуры, не превышающей рекомендуемую [2].



Рис. 6. Пирометр «Кельвин Компакт 1300»

Таблица 2

Допустимые значения температуры и время электронагрева арматуры

Класс арматуры	Температура электронагрева		Рекомендуемое время нагрева
	Рекомендуемая	Максимально допустимая	
A600 и A800	400	500	0,5÷5,0
A1000 и A1200	450	500	

После остывания стержней контролёр-лаборант производит контроль напряжения в 3-4-х стержнях в нескольких точках с применением прибора ДО-60С-МГ4.03 и ДО-40П-МГ4.01 – для измерения силы натяжения проволоки (рис. 7, а, б).

На этапе формирования изделия бетонную смесь подают непосредственно из БСЦ (бетоносмесительного цеха) по конвейерной ленте в бетоноукладчик. Подготовленную форму доставляют краном на виброплощадку. Формовщик укладывает однородную смесь с соответствующим составом, маркой бетона и объёмом изделия. Составы отличаются пропорциями и их испытывают в лаборатории. Контролёр-лаборант отбирает пробу бетона в форму в виде кубиков для испытания на прочность.

Удобоукладываемость бетонной смеси проверяют для первых трёх формовок в смене с определением осадки конуса.

Параметры уплотнения бетонной смеси на виброплощадках, устанавливаются в зависимости от заданной удобоукладываемости бетона. Допускается применение переносных глубинных вибраторов с учетом радиуса действия вибраторов. После формирования формы отправляют в пропарочные камеры (ТВО). Режим тепловлажностной обработки зависит от времени года и применяемых добавок.

Добавки доставляют в сухом и/или готовом виде (жидком состоянии). Для добавок, поставляемых в сухом виде, рабочий раствор готовится в БСЦ. Проба рабочего раствора отбирается для определения плотности и концентрации. Если же до-

бавка поставляется в готовом виде, то проверяют плотность на соответствие паспортным данным по методикам ГОСТ.



Рис. 7. Измерители силы натяжения арматуры и проволоки:
а – ДО-60С-МГ4.03; б – ДО-40П-МГ4.01

Предпоследний технологический этап – процесс распалубки изделий. Проводится при достижении бетоном распалубочной прочности. По окончании тепловой обработки изделия распалубливают и устанавливают в рабочее положение на кантователи (ПДН, ПАГ).

Для предварительно напряженных изделий перед обрезкой арматуры в лаборатории из двух кубиков, отформованных при бетонировании изделий. Кубики испытывают на сжатие на прессе П-50. Передаточная прочность в зависимости вида изделия нормируется ГОСТ или ТУ на изделие. Если прочность первого образца меньше 60%, то через 5 часов испытывают второй кубик. При достижении бетоном передаточной прочности обрезку стержней преднапряжённых изделий производят электродуговой сваркой.

Далее изделие отправляют на пост приёмочного контроля.

Операционный контроль качества на всех технологических этапах производства обеспечивает требуемое качество выпускаемой продукции.

Литература

1. ГОСТ 23279-2012 Сетки арматурные сварные для железобетонных конструкций и изделий. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2019. – 11 с.
2. РТМ 75-95 Руководящие технологические материалы по заводскому производству сборных предварительно-напряженных железобетонных конструкций. Научно-исследовательский, Проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ). – М., 1995. – 285 с.
3. СП 130.13330.2018 Производство сборных железобетонных конструкций и изделий. СНиП 3.09.01-85 (с Изменениями № 1, 2). – М.: Стандартинформ, 2019. – 36 с.

Operational quality control of construction products at KBZhB LLC

P.V. Kabin^a

Bratsk State University, 40 Makarenko str., Bratsk, Russia

^akabinpetr40@gmail.com

Keywords: operational control, stressed products, reinforcement tension, laboratory supervisor.

The article describes the postoperative quality control in the production of reinforced concrete products (ZhBI) at KBZhB LLC. The manufacture of reinforced concrete products involves the preparation of molds, reinforcement, laying and compaction of concrete mixtures, heat treatment of products with subsequent demoulding. When preparing the molds, geometric dimensions are checked, cleaning and lubrication are monitored. Quality control of the supplied fittings according to certificates and selective control of tensile strength as an input control is complemented by quality control of welded joints and temporary anchors for prestressed fittings. The control of the heating temperature with the Kelvin Compact 1300 pyrometer and the valve tension level using DO-60C-MG4.03 ensures the required accuracy of the valve pre-tension. The control of the workability of the concrete mix and the strength of concrete after heat and moisture treatment is completed by the operational control in the manufacture of ZhBI, and the final assessment of the quality of the finished.

УДК 69.059.4

Особенности мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений

А.А. Клочинская^a, А.М. Курицына^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^asony.kl-2002@mail.ru, ^btigannet@mail.ru

Ключевые слова: мониторинг, гидротехнические сооружения, визуальное наблюдение, обследование, дефект.

В статье рассмотрены основные особенности систематического мониторинга за гидротехническими сооружениями. Дана классификация основных наблюдений за техническим состоянием конструкций гидротехнических сооружений. Систематический мониторинг за состоянием конструкций – это наблюдение, направленное на выявление факторов, влияющих на работоспособность и безопасность конструкций и зданий и сооружений в целом. Гидротехнические сооружения представляют собой объекты повышенной опасности, поэтому вовремя выявленные и устраненные повреждения или дефекты, позволяют не допустить аварийных ситуаций и продлить эксплуатационную долговечность сооружений. Мониторинг за безопасностью гидротехнических сооружений осуществляется согласно годовым графикам. Контроль за безопасностью гидротехнических сооружений осуществляется службой мониторинга оборудования и гидротехнических сооружений.

На территории России насчитывается порядка 37 тыс. гидротехнических сооружений (ГТС) и их число продолжает расти. Они представляют собой плотины, дамбы, запруды, насосные станции, коллекторы, отстойники, ГЭС, сооружения для сбора и сброса воды, шлюзы для водного транспорта, каналы и др.

Главная особенность гидротехнических сооружений – это надежность, т.е. свойство сооружения выполнять свои функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени (срока службы). Эксплуатационная среда оказывает существенное влияние на надёжность и долговечность бетонных плотин. Водная и воздушная среда оказывает непосредственное воздействие на тело бетонной плотины [3]. Для этого требуется вести непрерывное наблюдение за их состоянием, чтобы исключить или своевременно предотвратить аварийные ситуации в связи с воздействием опасных факторов техногенного и природного происхождения. Мониторинг безопасности гидротехнических сооружений необходим, поскольку данный тип объектов относится к потенциально опасным, любая авария на них может обернуться катастрофическими последствиями.

Чтобы осуществлять мониторинг гидротехнических сооружений в соответствии с нормативами, сформирован ГОСТ Р 55260.1.4-2012 "Сооружения ГЭС гидротехнические. Общие требования по организации и проведению мониторинга [1]. Данный стандарт регламентирует автоматизированный мониторинг ГЭС и служит основой для создания эффективных систем контроля ГТС.

Согласно ГОСТ Р 55260.1.4-2012 ГТС в период эксплуатации один раз в пять лет (перед декларированием безопасности) должны подвергаться централизованному освидетельствованию комиссиями в составе технических специалистов, экспертов федеральных органов исполнительной власти, проектных и научных организаций, представителей компании (организации). Рекомендации комиссии, направленные на обеспечение нормального технического состояния и уровня безопасности ГТС, подлежат исполнению в определенные комиссией и согласованные с компанией (организацией) сроки.

Регулярные наблюдения за ГТС должны начинаться на стадии их строительства и продолжаться непрерывно в течение всего периода жизненного цикла сооружений вплоть до их консервации или ликвидации.

Для каждого конкретного гидротехнического сооружения периодичность регулярных наблюдений устанавливается индивидуально и с учетом его технического состояния, характера реакции сооружения на нагрузки и воздействия, наличия (отсутствия) и интенсивности развития неблагоприятных для сооружения процессов или повреждений, условий эксплуатации [2].

Выделяют следующие виды наблюдений за ГТС:

1. Визуальные. Подразумевают визуальный осмотр и использование простейших измерительных приборов. Позволяют выявить дефекты, например, трещины.
2. Инструментальные. Включают в себя использование контрольно-измерительного оборудования, что позволяет производить контроль непрерывно или через короткие промежутки времени.
3. Бурение скважин. Извлечение кернов из тела плотины с целью получения объективных данных о качестве и состоянии бетона плотины.

Визуальные наблюдения ГТС проводятся путем систематических осмотров конструктивных элементов и прилегающей территории с целью оценки их состояния, выявления дефектов и неблагоприятных процессов, снижающих эксплуатационную надежность сооружения, определения вида и объемов ремонтных работ.

Обследования – это сочетание визуальных наблюдений с простейшими опытами и измерениями на сооружении, выполняемыми в целях не только констатации, но и выяснения возможных причин или характера проявления тех или иных зарегистрированных дефектов и процессов.

На сооружениях, оснащенных КИА, роль визуальных наблюдений и обследований не снижается, так как в промежутках между наблюдательными створами, оснащенными измерительными приборами, только они могут дать информацию о поведении сооружения. Кроме того, ряд показателей и признаков неблагополучной работы сооружения не фиксируется КИА и может быть зарегистрирован только визуальными наблюдениями (проявления выходов фильтрации, следы суффозионного выноса грунта из тела грунтовых плотин, образование трещин, просадочных воронок и т.п.).

Визуальные наблюдения и обследования, кроме большого самостоятельного значения в контроле эксплуатационной надежности сооружения, существенным образом дополняют инструментальные наблюдения, выполняемые с помощью КИА. Результаты натурных визуальных наблюдений и обследований наравне с данными инструментальных измерений должны использоваться при анализе и оценке состояния ГТС [2].

Особого отношения требуют сквозные (фильтрующие) трещины: наблюдения за их поведением и появлением новых сквозных трещин следует проводить, по крайней мере, 1 раз в год в период минимальных температур в бетоне (январь, февраль).

Рассмотрим основные негативные явления, подлежащие выявлению при визуальных наблюдениях на ГТС (рис. 1).



Рис.1. Негативные явления, подлежащие выявлению при визуальных наблюдениях на ГТС

Рассмотрим процесс организации и подготовки визуальных натурных наблюдений и обследований (рис. 2).

Обходы и осмотры используют только зрительные впечатления и большей частью имеют целью оценку эксплуатационного состояния осматриваемого объекта. Но если появляются признаки разрушения конструкций – требуется немедленно со-

общить об этом руководителю группы наблюдений. При выявлении дефекта следует выполнять работы в следующем порядке (рис. 3).

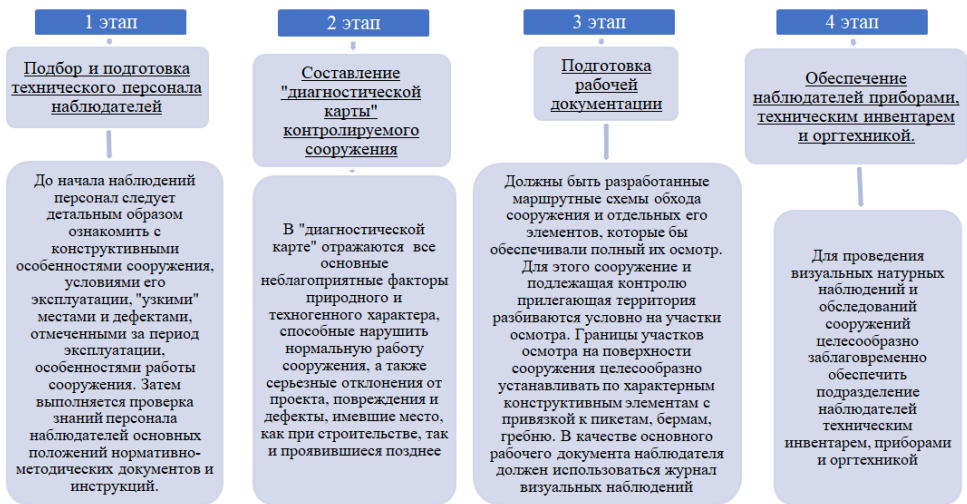


Рис. 2. Этапы организации и подготовки визуальных натурных наблюдений и обследований

Интерес к надёжности бетонных плотин будет неуклонно расти по мере их старения в реальных условиях эксплуатации. Систематический мониторинг состояния бетонных конструкций таких ответственных сооружений как плотины являются неременным условием их безопасной эксплуатации. Оценка реального состояния бетона плотины позволяет не только спрогнозировать срок надёжной эксплуатации сооружения, но и составить план необходимых ремонтных работ.

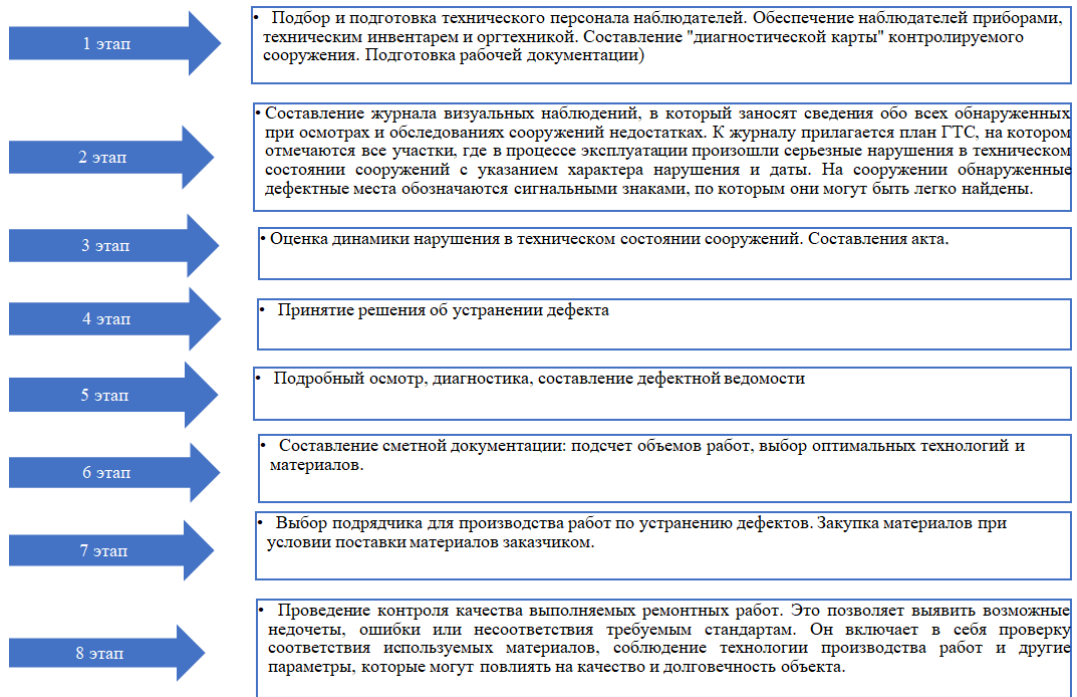


Рис. 3. Этапы производства работ

Литература

1. ГОСТ Р 55260.1.4-2012 "Сооружения ГЭС гидротехнические. Общие требования по организации и проведению мониторинга".
2. Нестеров М. В. Гидротехнические сооружения: учебник / М.В. Нестеров. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 601 с.: ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-010306-8. – URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1815909/> (дата обращения: 19.04.2025).
3. Садович М.А. Анализ современного состояния бетона северных плотин / М.А. Садович, Т. Ф. Шляхтина, А. М. Курицына // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири. – 2012. – № 5. – С. 146-161. – EDN PWQBFF.

Features of monitoring the technical condition of hydraulic structures

A.A. Klochinskaya, A.M. Kuritsyna

Bratsk State University, 40 Makarenko str., Bratsk, Russia

^asony.kl-2002@mail.ru, ^btigannet@mail.ru

Keywords: monitoring, hydraulic structures, visual observation, inspection, defect.

The article discusses the main features of systematic monitoring of hydraulic structures. The classification of the main observations on the technical condition of hydraulic structures is given. Systematic monitoring of the condition of structures is an observation aimed at identifying factors affecting the operability and safety of structures and buildings and structures in general. Hydraulic structures are objects of increased danger; therefore, timely identified and repaired damages or defects make it possible to prevent emergency situations and extend the operational durability of structures. Monitoring of the safety of hydraulic structures is carried out according to annual schedules. The safety of hydraulic structures is monitored by the monitoring service for equipment and hydraulic structures.

УДК 691.492

Обоснование инвестиционной целесообразности в производство облегченного безобжигового зольного гравия

Д.Д. Коноплева^a

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^adarya.tolmacheva.2021@mail.ru

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, легкий бетон, пористый заполнитель, зольный гравий, безобжиговые технологии, зола-уноса.

В статье рассмотрены вопросы растущего спроса на производство энергоэффективных теплоизоляционных материалов в Иркутской области. Одним из пористых заполнителей таких материалов является облегченный безобжиговый зольный гравий. За счет безобжиговой технологии изготовление материала является малоэнергоемким и требует небольших экономических затрат. Использование вторичного сырья при производстве исследуемого материала доказывает, что ис-

пользование золошлаковых отходов региона в качестве сырья позволяет снизить стоимость строительных материалов, а также позволяет утилизировать значительную часть побочных продуктов.

Решение проблем ресурсосбережения при возведении жилых и промышленных зданий представляет собой одно из ключевых направлений, способствующих повышению эффективности строительной отрасли. В современных условиях строительства одной из ведущих задач является экономное расходование материальных ресурсов. Это требует внедрения инновационных технологий и методов, позволяющих минимизировать потери и оптимизировать процессы.

Рынок теплоизоляционных материалов в России претерпел значительные изменения, обусловленные как внутренними экономическими факторами, так и мировыми тенденциями.

Теплоизоляционные материалы играют важнейшую роль для эффективной теплозащиты зданий и регулируются строительными правилами по СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий».

Интерес к теплоизоляционным материалам возрос, особенно материалы, при производстве которых используются многотонажные отходы, а также малоэнергоёмкое производство, в частности безобжиговые технологии.

Предопределяющим фактором производства теплоизоляционных материалов в регионе Иркутской области является перевозки их на значительные расстояния, так как это материалы, которые характеризуются пористостью, а значит их транспортирование может обернуться перевозкой воздуха. Как правило, теплоизоляционные материалы рекомендуется перевозить не более чем на 500 км от производителя к потребителю.

В 2024 году объём рынка теплоизоляционных материалов в России оценивался в 55–57 млн куб. м в год.

Рынок теплоизоляционных материалов в России представлен широким спектром продукции – это материалы на основе минеральной ваты, пенополистирол, пенополиуретан, теплоизоляционные краски, синтетические пористые материалы, облегченные теплоизоляционные материалы.

Производство облегчённых строительных материалов имеет важное значение по нескольким причинам:

1. Материалоёмкость облегчённых конструкций ниже, что уменьшает себестоимость. Также благодаря лёгкости таких материалов не нужно усиливать фундамент, что ещё больше снижает затраты.

2. Улучшение теплоизоляции. Применение современных экологичных утеплителей позволяет использовать лёгкие панели толщиной 20 см вместо клееного массива толщиной 30 см.

3. Повышение шумоизоляции. Пористые наполнители препятствуют продвижению каких-либо звуков по структуре возведённой конструкции.

4. Увеличение срока службы сооружений. При правильном уходе срок службы лёгких материалов может достигать нескольких десятков лет.

5. Возможность строительства в сейсмоактивных регионах. Лёгкие материалы позволяют значительно снизить вес строений, что важно при возведении многоэтажных зданий [1].

6. Универсальность. Облегчённые материалы можно использовать в любой сфере: строительство, ремонт, реставрация.

К облегченным теплоизоляционным материалам можно отнести легкий бетон. Лёгкий бетон получается лёгким за счёт использования пористых заполнителей. Искусственные пористые заполнители в лёгком бетоне используются для снижения плотности и теплопроводности материала. К искусственным пористым заполнителям относятся, например, керамзит, вспученный перлит, аглопорит, термолит, шунгизит, пеностекло, безобжиговый зольный гравий.

Существуют такие методы производства облегченных теплоизоляционных материалов как обжиговый и безобжиговый способы. Обжиговый метод связан с высокой температурой и использованием печей, а безобжиговый – с низкой температурой сушки и другими способами изготовления.

Актуальность безобжиговых технологий обуславливается следующими факторами:

- возможность использования вторичного сырья;
- энерго- и ресурсосбережение;
- повышение экологичности за счет безотходного или малоотходного производства.

В данной работе для исследования выбран пористый заполнитель для теплоизоляционных материалов, производимый по безобжиговой технологии – облегченный безобжиговый зольный гравий (ОБЗГ).

Безобжиговый гравий представляет собой искусственный заполнитель, получаемый в виде гранул из молотой предварительно увлажненной сырьевой смеси из измельченной смеси и портландцемента с последующим твердением [2].

Для приготовления сырьевой смеси используются следующие компоненты: зола-унос, портландцемент, вода. При изготовлении сердцевин гранул ОБЗГ могут использоваться пенополистерол, который смачиваются жидким стеклом, а также бумажная макулатура, окатываемая в сырьевой композиции с добавками.

Выделим преимущества производства облегченного безобжигового зольного гравия в Иркутской области:

1. Доступность сырьевых материалов и их источников. Большие запасы золошлаковых отходов накоплены на ТЭЦ, принадлежащих «Иркутскэнерго». В состав АО «Иркутскэнерго» входят 12 теплоэлектростанций: Иркутская ТЭЦ-1, -3, -5, -6, -9, -10, -11, -12, -16, Ново-Иркутская ТЭЦ, Ново-Зиминская ТЭЦ, Усть-Илимская ТЭЦ.
2. Апробированная технология производства зольного гравия с внутренней сердцевиной из очень легких материалов. ссылки
3. Процесс изготовления, в котором исключены высокотемпературные процессы.
4. Технология позволяет на различных предприятиях выпускать сопоставимые по качеству материалы с различными заполнителями (распушенная бумажная макулатура, древесные опилки др.) [3].
5. Полученные материалы обладают такими физико-механическими свойствами как низкая плотность, простота технологии укладки, применение в монолитном строительстве, а также в качестве крупного заполнителя легких бетонов.

В 20 веке использовали такие легкие заполнители как керамзит, перлит, аглопорит. В отличие от облегченного безобжигового зольного гравия все эти материалы высокоэнергоемкие и в процессе производства требуют температуру более 1000 °С.

Применение золошлаковых отходов для изготовления ОБЗГ по безобжиговой технологии снижает объем выбросов CO₂ (диоксид углерода) так как зола-уноса не

требует термической обработки. Также использование золошлаковых отходов в производстве безобжигового зольного гравия решает проблему утилизации этих отходов за счет сокращения расхода природных ресурсов и уменьшения объемов золоотвалов [4].

В табл. 1 представлен сравнительный анализ физико-механических свойств ОБЗГ и других заполнителей.

Таблица 1

Физико-механические свойства материалов

Наименование материала	Физико-механические свойства		
	Коэффициент Теплопроводность, Вт/(°К).	Водопоглощение, %	Плотность, кг/м ³
ОБЗГ	0,33	8÷10	400÷600
Керамзит	0,10÷0,18	8÷20	500÷100
Аглопорит	0,12÷0,26	20÷35	1120÷1380
Вспененный полистирол	0,036÷0,059	1	15÷50
Вспученный перлит	0,0043÷0,0064	30÷60	30÷150

Безобжиговый зольный гравий обладает хорошими физико-механическими характеристиками и может быть использован для бетонов средней прочности. Существует возможность использования зольного гравия для уменьшения усадки бетона. К использованию этого заполнителя вместо природного позволяет увеличить прочность на растяжение, сжатие и срез. Также возможно использование зольного гравия в бетонах, подверженных воздействию высокой температуры [5].

Исходя из сравнительного анализа сделан вывод, что из представленных материалов, теплоизоляционные свойства облегченного безобжигового зольного имеют наиболее высокое значение.

Технология производства облегченного безобжигового зольного гравия представляет собой комплексный процесс, включающий несколько ключевых операций:

1. Дозирование.
2. Смешивание.
3. Увлажнение сырьевой смеси.
4. Грануляция.
5. Тепловлажностная обработка [6].

Основное технологическое оборудование для производства ОБЗГ производится на территории РФ и является импортозамещающим.

Основным оборудованием является:

Ленточный конвейер (подаёт отдозированные компоненты в смеситель).

Среднее значение стоимости – 150 000 руб.

Скоростной универсальный смеситель (происходит перемешивание компонентов). Среднее значение стоимости – 240 000 руб.

Тарельчатый гранулятор (скатывание гранул). Среднее значение стоимости – 575 000 руб.

Пропарочная камера (твердение гранул). Среднее значение стоимости – 85 000 руб.

Цех по изготовлению ОБЗГ можно реализовать на недогруженных площадях существующих предприятий по изготовлению бетона в г. Братске, например таких

как, ООО «Комбинат БратскЖелезобетон» по принципу аренды производственного помещения. Также в современной культуре есть возможность создания быстро-возводимого производственного здания, предусматривая все подъездные пути. В данном случае предусмотрено проектирование нового быстро-возводимого производственного здания размером не более 500 м².

Основным направлением в области развития искусственных пористых заполнителей является разработка теоретических и технологических основ производства и организация выпуска безобжиговых пористых заполнителей с максимальным вовлечением в технологию промышленных отходов. Это объясняется значительно меньшими топливо – энергетическими затратами на их производство по сравнению с обжиговыми заполнителями. Так на изготовление 1 м³ керамзита расходуется в среднем 103,2 кг условного топлива и 24,8 кВт. ч. электроэнергии, в то время как на производство пористого щебня из доменных шлаков только 12 кВт. ч. электроэнергии.

В Сибирском регионе отсутствуют предприятия и технологические линии по выпуску безобжиговых заполнителей. Это связано с недостаточным объемом поисковых и научно – экспериментальных работ, направленных на изучение природного местного сырья и промышленных отходов для получения заполнителей этой группы [7].

Исследуемый облегченный зольный гравий и сырьевые компоненты для его производства соответствуют требованиям нормативных документов для использования в строительных материалах.

Пористые заполнители для легких бетонов должны соответствовать требованиям ГОСТ 32496-2013 «Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия» и изготавливаться по технологическому регламенту, утвержденному предприятием-изготовителем.

Зерновой состав крупного пористого заполнителя имеет размер зерен от 5 до 40 мм.

Марка гравия по прочности в зависимости от прочности легкого бетона должна соответствовать требованиям ГОСТ 25820 «Бетоны легкие. Технические условия».

Марка по морозостойкости гравия и щебня должна быть не ниже F15. Потеря массы после 15 циклов переменного замораживания и оттаивания не должна превышать 8 %.

Требования к золам-уноса регулируются ГОСТ 25818-2017 «Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия». Такие пористые заполнители, как керамзит, перлит и др, имеют высокие требования к химическому составу золы-уноса, тогда как для производства ОБЗГ допускается применение золы, полученной при сжигании разных видов углей.

При изготовлении ОБЗГ могут возникнуть следующие проблемы:

1. Потребность в дополнительном связующем материале. Это связано с тем, что некоторые золы содержат низкое количество оксида кальция СаО и не могут самостоятельно соединяться.

2. Высокая плотность гранул.

Некоторые решения выявленных проблем:

1. Использование альтернативных связующих материалов. В качестве альтернативы цементу можно применять клей строительный ПВА и жидкое стекло. Такая замена позволяет отказаться от цемента при производстве безобжигового зольного гравия.

2. Применение гипсоцементно-пуццоланового вяжущего. Использование этого материала позволяет получить безобжиговый гравий по ресурсосберегающей технологии, сократить сроки твердения сырцовых гранул, а также отказаться от тепловлажностной обработки заполнителя.

Таким образом, производство ОБЗГ на территории Иркутской области, в частности, в г Братске является не дорогостоящим по основным материальным затратам и становится инвестиционно привлекательным для предпринимателей как предмет малого бизнеса расширяющих свою продукцию, так и для вновь создаваемого предприятия, ориентированных на широкий спектр теплоизоляционных материалов из золошлаковых отходов.

Литература

1. Амеличкин И. Получение гранулированных композиций из техногенного сырья / И. Амеличкин, Е. Фролова; науч. рук. И. В. Фролова // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов: сборник докладов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Томск, 16-18 мая 2018 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018.

2. Бельх С.А. Зернистый строительный материал на основе органических отходов: технология и применение / С. А. Бельх, О. В. Скокова, Н. П. Плотников // Системы. Методы. Технологии. – 2024. – № 3(63). – С. 113-121.

3. Рыжков Ф.Н. Гранулированный безобжиговый заполнитель для крупнопористого легкого бетона / Ф.Н. Рыжков, И.Л. Белозерова, П.Н. Миронов // Будущее науки – 2018: Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 25–26 апреля 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2018. – С. 357-360.

4. Самойлов К.А. Легкий бетон как материал для стеновых конструкций / К.А. Самойлов, А.А. Антипина // AlfaBuild. – 2018. – № 1(3). – С. 55–64.

5. Скокова О.В. Технология производства облегченного безобжигового зольного гравия на основе макулатуры / О.В. Скокова // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. – 2023. – Т. 1. – С. 180-182.

6. Usanova, K. Yu. Thermal performance of external wall panel made of cold-bonded fly ash aggregate concrete / K. Yu. Usanova // AlfaBuild. – 2022. – No. 4(24). – P. 2401. – DOI 10.57728/ALF.24.1.

7. Экспериментальное определение параметров технологических операций производства безобжигового зольного гравия / С.А. Бельх, Э.Э. Буянова, М.Н. Черниговская, А.О. Брылякова // Системы. Методы. Технологии. – 2011. – № 1(9). – С. 98-102.

Substantiation of investment expediency into the production of lightweight cloudless ash gravel

D.D. Konopleva^a

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^adarya.tolmacheva.2021@mail.ru

Key words: Thermal insulation materials, lightweight concrete, porous filler, ash gravel, non-combustible technologies, and ash from waste.

The article considers the issues of the growing demand for the production of energy-efficient thermal insulation materials in the Irkutsk region. One of the more brittle fillers of such materials is the lightened non-combustible ash gravel. Due to the fuel-free technology, the manufacture of the material is low-energy and requires little economic

cost. The use of secondary raw materials in the production of the material under investigation proves that the use of ash-slag waste from the region as raw materials allows to reduce the cost of construction materials, and also allows to recycle a significant part of by-products.

УДК 666.97.033

Деформации бетона в процессе твердения и способы их прогнозирования

Д.А. Кузнецов^а

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аkrivoshein@mail.ru

Ключевые слова: твердение бетона, гидратация цемента, схватывание, усадка бетона, пластическая усадка.

Статья посвящена процессу твердения бетона, который представляет собой сложный физико-химический процесс, обусловленный гидратацией цемента. В статье рассматриваются основные стадии этого процесса. Особое внимание уделено различным видам усадки бетона (пластической, при высыхании, аутогенной и карбонизационной) и их последствиям. Статья подчеркивает важность контроля условий твердения для обеспечения долговечности и прочности бетонных конструкций. Сделан вывод, что возможные деформации бетона во время твердения должны быть учтены на этапе проектирования конструкций и разработке технологии их изготовления и твердения, так как это позволит получать конструкции без усадочных трещин с гарантированной долговечностью.

Твердение бетона представляет собой многоэтапный процесс, в основе которого лежат физико-химические реакции, приводящие к образованию новых прочных структур. Ключевым механизмом набора прочности бетона выступает взаимодействие воды с компонентами цемента, сопровождающееся формированием устойчивой кристаллической решетки, отвечающей за механические свойства и долговечность материала [3].

Центральную роль в этом процессе играет гидратация цемента – серия реакций между клинкерными минералами и водой, в результате которых образуются гидратные соединения. Эти новообразования постепенно заполняют пространство между частицами, создавая плотную гелевую матрицу, что приводит к переходу пластичной цементной пасты в твердый камень. Начальная фаза, известная как схватывание, характеризуется потерей подвижности смеси, тогда как последующий этап – твердение – обеспечивает набор прочности материала.

Данный механизм лежит в основе создания надежных и долговечных бетонных конструкций, а его эффективность зависит от множества факторов, включая состав бетонной смеси и внешние условия твердения.

Первая стадия гидратации цементного вяжущего – схватывание, протекающее в первые часы после затворения сухих компонентов водой. Время начала схватывания и скорость протекания этого процесса определяют следующие факторы:

1) Температура окружающей среды. Чем она выше, тем быстрее протекает процесс. При комнатной температуре он длится до трех часов, при высоких темпера-

турах, созданных в камерах пропаривания, – до 20 минут. При 0 °С схватывание может занять до 20 часов.

2) Состав вяжущего – номенклатура и соотношение минеральных компонентов, применяемые добавки. По ГОСТу 30515-2013 выделяют по скорости схватывания при стандартных условиях (+20 °С, относительная влажность – 75 %) три категории цемента: медленно схватывающиеся (начало процесса – через 2 часа после затворения), нормально схватывающиеся (начало схватывания – от 45 минут до 2 часов после затворения), быстро схватывающиеся (начало схватывания – до 45 минут после затворения цемента водой).

3) Тонкость помола – чем мельче частицы порошка цемента, тем быстрее происходит схватывание.

Ненадолго отложить начало схватывания позволяет перемешивание пластичного материала. В вязком продукте даже при перемешивании через определенное время начинаются необратимые процессы, которые негативно влияют на прочность отвердевшего элемента. Строители называют такое явление «свариванием бетона». Скорость схватывания и последующего твердения можно изменить введением в состав раствора или бетона пластификаторов и других добавок.

Следующий после схватывания более длительный этап – твердение цемента. Этот процесс, который обычно начинается в течение суток после начала гидратации, может протекать в течение нескольких лет. В течение первых 7 дней созданная конструкция приобретает примерно 70 % прочности. Через 28 дней после заливки бетон набирает марочную прочность. Она составляет примерно 90–95 % от максимального показателя, для достижения которого требуется несколько лет [1].

Для получения качественного конечного продукта обеспечивают нормальные условия твердения бетона. Для этого необходимо:

- оградить конструкцию от малейших механических воздействий, поскольку связи, созданные на начальных этапах гидратации, – непрочные. они легко разрушаются и восстановлению не подлежат;
- первые 2-3 недели для нормального протекания в гидратации создавать влажную среду и оберегать конструкцию от прямого воздействия солнечных лучей;
- не допускается резкое изменение температуры. Изменение температуры всего лишь на 10 °С способно увеличить скорость твердения в разы. При ее значении ниже 5 °С процесс резко замедляется, а при снижении ниже 0 °С – останавливается. Сказанное представлено на рис. 1.

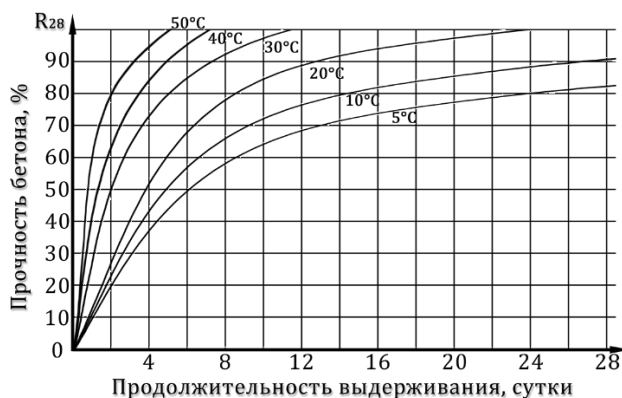


Рис. 1. График твердения бетона в зависимости от температуры

В процессе твердения бетон подвержен различным видам деформаций. Наиболее серьёзными из них являются усадочные деформации, которые могут приводить к образованию трещин и снижению долговечности конструкций. В данной статье рассматриваются основные типы усадки бетона, факторы, влияющие на её величину, а также методы прогнозирования и контроля деформаций [4].

Усадка бетона может быть классифицирована на несколько типов в зависимости от стадии твердения и механизмов её возникновения:

1. Пластическая усадка возникает на ранних стадиях твердения бетона из-за потери воды через испарение с поверхности. Этот тип усадки особенно характерен для условий с высокой скоростью ветра, низкой относительной влажностью и повышенными температурами.

2. Усадка при высыхании происходит после затвердевания бетона и связана с потерей влаги из цементного теста. Этот процесс является неизбежным, за исключением случаев, когда бетон находится в условиях 100 % относительной влажности или полностью погружён в воду. Усадка при высыхании является наиболее значимой и при недостаточном уходе, может приводить к образованию трещин в конструкциях.

3. Аутогенная усадка бетона – это процесс, который начинается в «свежем» бетоне в процессе его схватывания, затвердевания и набора прочности и продолжается на протяжении нескольких дней (или нескольких недель). В этот период незначительные остатки влаги начинают вытесняться наружу или пересыхать во внутренней структуре бетона. В зависимости от марки бетона данный процесс может длиться до 9 дней. Диапазон деформации бетона при аутогенной усадке небольшой – от 0 до 1 мм/м. Начинается аутогенная усадка, когда набор прочности бетона достигает 50÷60 %. Именно на этом этапе в бетоне могут появиться трещины [2].

4. Карбонизационная усадка связана с реакцией гидроксида кальция в бетоне с углекислым газом из атмосферы, что приводит к образованию карбоната кальция и воды, а также к уменьшению объёма бетона.

Ещё одним из видов деформации бетона является ползучесть. Ползучесть бетона – это нарастание неупругих деформаций во времени при длительном действии нагрузки или напряжений (температурных, влажностных и т. п.).

Когда на бетон действует нагрузка, в нём возникает первоначальная мгновенная деформация, и даже при отсутствии приложения дополнительной нагрузки со временем в нём возникают дополнительные деформации. Деформации ползучести вначале происходят быстро, но со временем скорость их нарастания снижается. При снятии нагрузки происходит упругое восстановление и восстановление ползучести, но сохраняются остаточные деформации [5].

Деформации ползучести могут в 3–4 раза превышать упругие деформации. Некоторые факторы, влияющие на ползучесть бетона:

- с ростом напряжений ползучесть бетона увеличивается;
- загруженный в раннем возрасте бетон характеризуется большей ползучестью, чем старый бетон;
- ползучесть бетона в сухой среде значительно больше, чем во влажной;
- увеличение количества цемента и применение цементов низких марок повышают ползучесть;
- хорошо фракционированный заполнитель, тщательное уплотнение бетонной смеси уменьшают деформации ползучести.

Прогнозирование деформации бетона в процессе твердения является важным этапом в строительстве. Это позволяет заранее оценить возможные изменения в кон-

струкции и принять меры для минимизации негативных последствий. Можно выделить несколько основных методов прогнозирования деформации бетона:

1. Эмпирические модели. Эмпирические модели основаны на экспериментальных данных и позволяют прогнозировать деформации бетона в зависимости от его состава, условий твердения и внешних факторов. Эти модели просты в использовании, но их точность ограничена, так как они не учитывают все возможные факторы, влияющие на деформации.

2. Аналитические методы. Аналитические методы основаны на математических уравнениях, описывающих физические и химические процессы, происходящие в бетоне. Эти методы требуют глубокого понимания физики процессов и могут быть сложны для применения, но они обеспечивают высокую точность прогнозирования.

3. Численное моделирование. Численное моделирование, такое как метод конечных элементов (МКЭ), позволяет учитывать сложные взаимодействия между различными факторами, влияющими на деформации бетона. С помощью МКЭ можно моделировать распределение напряжений и деформаций в конструкции с учётом изменений температуры, влажности и нагрузки. Этот метод требует значительных вычислительных ресурсов, но он позволяет получить наиболее точные результаты.

4. Использование программного обеспечения. Существует специализированное программное обеспечение, такое как ANSYS, ABAQUS или Atena, которое позволяет моделировать процессы твердения бетона и прогнозировать деформации. Эти программы используют численные методы и позволяют учитывать множество факторов, включая состав бетона, условия окружающей среды и нагрузки. Использование таких программ значительно упрощает процесс прогнозирования и позволяет получить детализированные результаты.

5. Экспериментальные исследования. Экспериментальные исследования включают проведение лабораторных испытаний образцов бетона для определения их деформационных характеристик. Например, испытания на усадку и ползучесть позволяют получить данные, которые могут быть использованы для калибровки моделей и повышения точности прогнозирования. Этот метод требует времени и ресурсов, но он обеспечивает наиболее достоверные данные.

Таким образом, возможные деформации бетона во время твердения должны быть учтены на этапе проектирования конструкций и разработке технологии их изготовления и твердения. Это позволит получать конструкции без усадочных трещин с гарантированной долговечностью.

Литература

1. Батраков В.Г. // Строительные материалы. 2006. № 10. С. 4.
2. Баженов, Ю. М. Технология бетона: учебник / Баженов Ю. М. – 5-е издание. – Москва: Издательство АСВ, 2015. – 528 с.
3. Гувалов А.А. Способы уменьшения аутогенной усадки в высокопрочных бетонах // Азербайджанский химический журнал. – 2012. – № 2. – С. 95.
4. Полторан Я.Е., Ведищев К. А. Прочность бетона и факторы, влияющие на нее // Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки» №7 (34). 2019
5. Шишканова, В.Н. Определение свойств строительных материалов: практикум / В.Н. Шишканова. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2017. – 116 с.

Deformations of concrete during hardening and methods of their prediction

D.A. Kuznetsov^a

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^akrivoshein@mail.ru

Keywords: concrete hardening, cement hydration, shrinkage, concrete shrinkage, plastic shrinkage.

The article focuses on the concrete hardening process, which is a complex physico-chemical process driven by cement hydration. The article outlines the main stages of this process. Special attention is paid to the different types of shrinkage of concrete (plastic, during drying, autogenous and carbonization) and their consequences. The article highlights the importance of controlling curing conditions to ensure the durability and strength of concrete structures. It is concluded that the possible deformations of concrete during curing should be taken into account at the design stage of structures and the development of the technology of their fabrication and curing, as this will allow to obtain shrinkage crack-free structures with guaranteed durability.

УДК 658.562

Определение пределов сходимости результатов для методики выполнения измерений теплопроводности ячеистого материала

Т.А. Лебедева^a, А.О. Князева^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^akarusel_bratsk@mail.ru, ^bnastya.knyazeva2019@mail.ru

Ключевые слова: ячеистый материал, теплопроводность, методика выполнения измерений, пределы сходимости.

В данной статье представлены результаты исследования, посвященного определению пределов сходимости результатов измерений теплопроводности ячеистого материала. Точность и надежность измерений теплопроводности важны для оценки теплоизоляционных свойств материала и его соответствия нормативным требованиям. Целью работы является определение максимальных допустимых расхождений между повторными измерениями, выполненными одним оператором в идентичных условиях, для установленной методики выполнения измерений. Полученные пределы сходимости позволяют контролировать качество измерений теплопроводности ячеистых материалов.

Исследования в области методов определения теплопроводности направлены на повышение надежности и достоверности результатов измерений с учетом специфики конкретных условий [2,3]. Точность и надежность методов измерения теплопроводности строительных материалов имеют важное значение при проектировании зданий в соответствии с современными требованиями энергоэффективности. Ячеи-

стые материалы, такие как газобетон, пенобетон и другие материалы с развитой поровой структурой, широко используются в качестве теплоизоляционных материалов. Однако, особенности их структуры и чувствительность к условиям окружающей среды могут влиять на результаты измерений теплопроводности. В связи с этим установление пределов сходимости для используемой методики выполнения измерений (МВИ) является актуальной задачей и позволяет обеспечить повторяемость результатов и минимизировать влияние случайных факторов. Определение пределов сходимости позволяет: выявить возможные ошибки, связанные с методикой, оборудованием или оператором, а также установить критерии приемлемости результатов измерений.

Целью настоящей работы является изучение влияния свойств ячеистого материала на характеристики точности результатов измерений и определение пределов сходимости для методики выполнения измерений теплопроводности ячеистого материала.

Для достижения поставленной цели был проведен эксперимент по определению теплопроводности материала с использованием выбранной методики выполнения измерений. В качестве объекта исследования использован газобетон марки по средней плотности D600 и D800. Для каждого материала было рассмотрено по пять образцов с выполнением по пять повторных измерений теплопроводности одним и тем же оператором в идентичных условиях. В качестве истинного значения теплопроводности ($\lambda_{\text{ист}}$) были приняты значения, рассчитанные по формуле Некрасова. По результатам эксперимента на основе статистического анализа данных определены средняя относительная погрешность результатов измерений по 5 образцам для каждого вида материала ($\delta\lambda_{\text{ср}}$), среднее квадратическое отклонение (СКО) в условиях сходимости по серии измерений для каждого образца ($s_{\text{сх}}$), усредненный этот показатель для каждого вида материала ($s_{\text{сх ср}}$) и предел сходимости (r). Пределы сходимости определены в соответствии с требованиями [1].

Результаты эксперимента и статистического анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние свойств ячеистого материала на характеристики точности результатов измерений теплопроводности газобетона и определение пределов повторяемости

Марка по средней плотности	№ образца	$\lambda_{\text{ист}}$ (Вт/(м·°C))	Серия измерений теплопроводности образца, (Вт/(м·°C))					$\delta\lambda_{\text{ср}}, \%$	$s_{\text{сх}}$	$s_{\text{сх ср}}$	r
			λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5				
D600	1	0,140	0,142	0,139	0,141	0,143	0,138	0,40	0,002	0,002	0,006
	2	0,140	0,137	0,144	0,140	0,141	0,142		0,003		
	3	0,140	0,143	0,139	0,140	0,138	0,141		0,002		
	4	0,140	0,140	0,142	0,139	0,141	0,143		0,002		
	5	0,140	0,138	0,141	0,143	0,140	0,139		0,002		
D800	1	0,220	0,230	0,215	0,225	0,220	0,210	0,49	0,008	0,009	0,025
	2	0,220	0,212	0,228	0,218	0,232	0,221		0,008		
	3	0,220	0,226	0,219	0,208	0,230	0,223		0,008		
	4	0,220	0,205	0,225	0,235	0,215	0,220		0,011		
	5	0,220	0,234	0,210	0,222	0,218	0,226		0,009		

Результаты показывают, что относительная погрешность измерений теплопроводности увеличивается с ростом плотности газобетона. Для D600 средняя относительная погрешность составляет 0,40 %, а для D800 – 0,49 %. Представленные данные свидетельствуют о том, что точность измерения теплопроводности снижается с увеличением плотности газобетона. Это может быть связано с такими факторами, как: структура пор у более плотных марок газобетона; влияние влажности на результаты измерений, которое может быть более выражено для более плотных марок.

Полученные значения пределов сходимости показывают, что максимальные допустимые расхождения между повторными измерениями теплопроводности зависят от характеристик ячеистого материала. Наблюдается тенденция к увеличению пределов сходимости с ростом плотности материала. Это также может быть обусловлено вариациями в микро- и макроструктуре, и другими факторами, влияющими на процесс теплопередачи.

Для материала D600, расхождение между двумя измерениями, превышающее 0,006 Вт/(м·°С), является признаком возможной ошибки и требует перепроверки результатов. Для материалов D800, этот предел составляет 0,025 Вт/(м·°С). Значительно более высокий предел сходимости для D800 подчеркивает необходимость особого внимания к контролю процесса измерений и учету возможных источников погрешностей для материалов с подобными характеристиками.

Литература

1. ГОСТ Р 51672-2000 Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2008. – 19 с.
2. Лебедева Т.А. Тенденции развития методов оценки теплотехнических характеристик строительных материалов / Т.А. Лебедева, А.О. Князева // Молодая мысль: наука, технологии, инновации: материалы XVI (XXII) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: Изд-во «БрГУ», 2024. – С. 551-555.
3. Ходунков В. П. Перспективные методы измерения теплопроводности твердых тел / В.П.Ходунков, Ю.П. Заричняк // Приборостроение. 2022. № 9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-metody-izmereniya-teploprovodnosti-tverdyh-tel> (дата обращения: 02.03.2025).

Determining the convergence limits of results for a measurement procedure of cellular material thermal conductivity

T.A. Lebedeva^a, A.O. Knyazeva^b

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^akarusel_bratsk@mail.ru, ^bnastya.knyazeva2019@mail.ru

Keywords: cellular material, thermal conductivity, measurement procedure, convergence limits.

Abstract: This article presents the results of a study dedicated to determining the convergence limits of thermal conductivity measurements for cellular materials. The accuracy and reliability of thermal conductivity measurements are crucial for evaluating the thermal insulation properties of the material and its compliance with regulatory requirements. The aim of this work is to define the maximum allowable discrepancies between repeated measurements performed by a single operator under identical conditions, using an established measurement procedure. The obtained convergence limits enable the monitoring of the quality of thermal conductivity measurements of cellular materials.

Систематический подход к выявлению источников неопределенности измерений при контроле качества песка

Т.А. Лебедева^a, М.А. Мирзоев^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^akarusel_bratsk@mail.ru, ^bmirzoev_tut@vk.com

Ключевые слова: систематический подход, неопределенность измерений, контроль качества песка, источники неопределенности типа А и В.

В статье представлен анализ на основе систематического подхода к выявлению источников неопределенности измерений при определении модуля крупности песка по ГОСТ 8735-88. Последовательно рассмотрены все этапы измерительного процесса. Целью исследования является установление источников неопределенности на каждом этапе, начиная от отбора проб и заканчивая обработкой результатов. Для реализации систематического подхода в работе определены цели измерения, приведено детальное описание измерительного процесса, выполнен анализ каждого этапа процесса, идентифицированы и классифицированы возможные источники неопределенности.

Выявление источников неопределенности является актуальной задачей и позволяет повысить надежность и воспроизводимость результатов измерений. Регулярная оценка и минимизация неопределенностей являются важными элементами управления качеством лабораторных исследований [2]. Это в свою очередь требует надежных методов измерения и современных подходов к выявлению и оценке неопределенности. Перспективным является систематический подход к выявлению источников неопределенности измерений.

Систематический подход заключается в последовательном и структурированном анализе всех этапов измерительного процесса и факторов, которые могут повлиять на результат измерения. Он предполагает не просто перечисление возможных ошибок, а детальное изучение каждого шага, от подготовки к измерению до обработки полученных результатов, с целью выявления всех потенциальных источников неопределенности. Используя критический анализ оценивается возможность возникновения ошибок на каждом этапе [1, 3].

Целью настоящего исследования является установление источников неопределенности с использованием систематического подхода при контроле качества песка. Определение модуля крупности песка по ГОСТ 8735-88 является важным методом оценки его гранулометрического состава. Процесс определения модуля крупности включает ряд последовательных операций, каждая из которых может вносить вклад в общую неопределенность результата.

Реализация систематического подхода при выявлении источников неопределенности измерений осуществлялась путем:

- определения цели измерения;
- детального описания измерительного процесса;
- анализа каждого этапа измерительного процесса;
- идентификации всех возможных источников неопределенности;
- классификации источников неопределенности.

В табл. 1 представлена информация по этапам, операции, используемому оборудованию, возможным источникам неопределенности и мерам по их минимизации при определении модуля крупности песка в соответствии с ГОСТ 8735-88.

Таблица 1

Анализ источников неопределенности при определении модуля крупности песка

Операция	Описание	Оборудование	Возможные источники неопределенности	Меры по минимизации
1	2	3	4	5
Отбор проб/Подготовка образцов				
Отбор представительной пробы	Отбор пробы песка из партии в соответствии с ГОСТ 8735-88.	-	Неоднородность партии песка, субъективность отбора, недостаточный объем пробы.	Отбор проб из разных точек партии, увеличение объема пробы, использование методов случайного отбора.
Квартование	Сокращение объема пробы до необходимого для испытания путем квартования.	Лопатка, плоская поверхность	Потери материала, неоднородность разделения.	Тщательное перемешивание перед квартованием, использование гладкой лопатки, контроль массы после каждой операции.
Квартование	Сокращение объема пробы до необходимого для испытания путем квартования.	Лопатка, плоская поверхность	Потери материала, неоднородность разделения.	Тщательное перемешивание перед квартованием, использование гладкой лопатки, контроль массы после каждой операции.
Высушивание	Высушивание пробы до постоянной массы.	Сушильный шкаф	Неполное высушивание, переувлажнение, нестабильность температуры в шкафу, погрешность термометра.	Контроль температуры сушки, взвешивание до постоянной массы, периодическая проверка термометра.
Охлаждение	Охлаждение пробы до комнатной температуры.	Эксикатор (желательно)	Поглощение влаги из воздуха.	Охлаждение в эксикаторе с осушителем.
Взвешивание начальной пробы	Определение массы пробы для ситового анализа.	Весы электронные настольные	Погрешность весов, влияние воздушных потоков, вибрация, ошибка оператора	Использование весов с достаточной точностью, защита от сквозняков, тарирование, многократное взвешивание.
Калибровка оборудования				
Калибровка весов	Проверка точности весов с использованием калибровочных гирь.	Весы электронные настольные, калибровочные гири	Погрешность калибровочных гирь, нестабильность показаний весов.	Использование калибровочных гирь высокого класса точности, проведение калибровки в стабильных условиях.
Проверка сит	Визуальный осмотр сит, проверка соответствия размера ячеек.	Набор сит, штангенциркуль (для контроля размера ячеек)	Износ сит, повреждение ячеек, несоответствие размера ячеек заявленному.	Регулярный осмотр сит, периодическая проверка размера ячеек, своевременная замена изношенных сит.

1	2	3	4	5
Проведение измерений				
Просеивание	Просеивание пробы через набор сит.	Набор сит, вибросито (если используется)	Неполное просеивание, засорение сит, агломерация частиц.	Контроль времени просеивания, регулярная очистка сит, использование вибросита с оптимальными параметрами.
Взвешивание остатков на ситах	Определение массы материала, оставшегося на каждом сите.	Весы электронные настольные, мерные цилиндрические металлические сосуды	Погрешность весов, потери материала при переносе, ошибка оператора.	Использование весов с достаточной точностью, аккуратный перенос материала, тарирование, многократное взвешивание.
Обработка данных				
Расчет модуля крупности	Расчет модуля крупности по формуле, указанной в ГОСТ 8735-88.	Калькулятор, программное обеспечение	Ошибки в расчетах, неправильное применение формулы.	Использование проверенных формул, автоматизация расчетов, проверка результатов.
Представление результатов				
Оформление протокола	Запись результатов измерений в протокол испытаний.	Протокол испытаний	Ошибки при записи результатов, неполная информация, несоблюдение требований к оформлению.	Внимательная проверка записей, использование шаблона протокола, соблюдение требований к оформлению.

Современные подходы к оценке неопределенности подразумевают классификацию на неопределенность типа А (случайный характер) и типа В (систематический характер).

К неопределенности типа А можно отнести следующие источники, представленные в таблице:

- неоднородность партии песка;
- случайные отклонения от оптимального режима высушивания, приводящие к неточности определения массы;
- случайные изменения влажности воздуха, влияющие на массу пробы после высушивания;
- субъективность отбора пробы, связанная с личным опытом оператора;
- нестабильность температуры в сушильном шкафу;
- потери материала при квартовании;
- агломерация частиц песка, влияющая на результаты просеивания;
- случайные ошибки при выполнении математических расчетов и записи результатов.

Неопределенности типа В (систематические):

- погрешность весов
- погрешность термометра:
- несоответствие размера ячеек сит заявленному, связанное с систематическим отклонением фактического размера ячеек сит от номинального значения.

В заключении можно отметить, что систематический подход обеспечивает более полный охват всех возможных источников неопределенности, снижая риск

упущения важных факторов. В связи с этим является ключевым элементом обеспечения качества лабораторных исследований и повышения доверия к результатам измерений.

Литература

1. ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. – М.: Стандартиформ, 2018.
2. Zinoviev A.A., Lebedeva T.A., Daminova A.M. Status of construction laboratories and their role in the safety structure of buildings and structures // AIP Conference Proceedings: New Technologies and Targeted Development Priorities, ICRE 2021. – Art. 182231
3. Лебедева Т.А., Мирзоев М.А. Выявление источников неопределенности измерений при контроле качества строительных материалов на основе жидкостескольных композиций // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2024. Т. 1. С. 220-222.

A Systematic Approach to Identifying Measurement Uncertainty Sources in Sand Quality Control

Т.А. Lebedeva^a, М.А. Mirzoev^b

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^akarusel_bratsk@mail.ru, ^bmirzoev_tut@vk.com

Keywords: Systematic Approach, Measurement Uncertainty, Sand Quality Control, Type A and Type B Uncertainty Sources.

This article presents an analysis based on a systematic approach to identifying measurement uncertainty sources in determining the fineness modulus of sand according to GOST 8735-88. All stages of the measurement process are sequentially considered. The study aims to identify sources of uncertainty at each stage, from sampling to data processing. To implement the systematic approach, the measurement objectives are defined, a detailed description of the measurement process is provided, each process stage is analyzed, and possible sources of uncertainty are identified and classified.

УДК 502/504:691

Перспективы использования метода оценки жизненного цикла (LCA) в контроле качества строительных материалов

Т.А. Лебедева^a, В.П. Поливко^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^akarusel_bratsk@mail.ru, ^bvalentinapolivko@icloud.com

Ключевые слова: экологический менеджмент, метод оценки жизненного цикла; качество строительных материалов

В данной статье рассматриваются перспективы использования метода анализа жизненного цикла (LCA) при контроле качества строительных материалов. В работе представлен обзор научных исследований, посвященных применению

метода LCA для оценки экологических показателей материалов, включая углеродный след, потребление ресурсов и утилизацию отходов. Анализ существующих подходов позволяет выделить ключевые аспекты, влияющие на эффективность контроля качества, а также выявить недостатки традиционных методов. В результате исследования сделан вывод о том, что интеграция LCA в процессы контроля качества строительных материалов может значительно повысить их экологическую эффективность и способствовать более рациональному использованию ресурсов в строительстве.

Современные системы менеджмента качества интегрируют принципы экологического менеджмента, что становится все более актуальным в условиях современных вызовов устойчивого развития. Внедрение интегрированных систем управления требует комплексной оценки качества на всех этапах жизненного цикла продукции, что является особенно значимым для строительной продукции. Целью данной работы является проведение оценки жизненного цикла (LCA) с целью выявления экологических воздействий, связанных с разработкой, производством, распределением и эксплуатацией строительных материалов. Использование метода LCA позволит систематически анализировать влияние на окружающую среду на каждом этапе жизненного цикла, что, в свою очередь, способствует более обоснованному выбору материалов и технологий, направленных на минимизацию негативного воздействия на экосистему.

ГОСТ Р ИСО 14040 вводит понятия связанные с оценкой жизненного цикла (ОЖЦ) (life cycle assessment, LCA) и определяет процесс сбора данных, анализа и оценки входящих и выходящих потоков, а также потенциальных воздействий на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла продукта. Методические подходы к экологической оценке строительных материалов в соответствии со стандартами серии ГОСТ Р ИСО 14000 могут варьироваться, однако важно анализировать нагрузки на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла (ЖЦ) материала. При этом учитывается влияние как самого материала, так и сопутствующих процессов, начиная с добычи сырья для его производства и заканчивая уничтожением, захоронением или повторным использованием для создания новых материалов. Такой подход позволяет «замкнуть» жизненный цикл материалов и решать экологические задачи, такие как сокращение объема отходов и содействие ресурсосбережению [2].

При использовании метода ОЖЦ применительно к строительным материалам формы экологических воздействий на разных этапах жизненного цикла целесообразно рассматривать в виде:

- использования природных ресурсов (материальных и энергетических);
- воздействия на здоровье человека и окружающую среду.

Основные аспекты учета этих воздействий приведены в табл. 1.

Использованию метода LCA применительно к строительным материалам посвящен ряд научных работ. В рамках статьи [1] был проведен анализ воздействия двух многоэтажных жилых зданий на окружающую среду на протяжении всего их жизненного цикла. Одно здание, построенное в Тегеране, имеет железобетонный каркас, а другое – стальной. Для комплексной оценки применялся метод LCA и программное обеспечение GaBi. Результаты показали, что для зданий из железобетона характерна большая доля загрязняющих веществ в жизненном цикле (на 38 %) по сравнению со стальным, особенно на этапах закупки сырья и утилизации. Стальной каркас оказался более перспективным с точки зрения экологии, так как подлежит

переработке, в отличие от железобетонного, который чаще подлежит захоронению. Автор пришел к выводу, что при выборе несущего каркаса следует учитывать не только экологические, но и экономические и социальные факторы. В будущих исследованиях планируется использовать методы оценки стоимости жизненного цикла (LCC) и социальной оценки жизненного цикла (SLCA).

Авторы статьи [3] провели анализ отечественных норм в области экологического менеджмента для бетона и железобетона, который показывает, что существующие стандарты в России имеют общий характер и гармонизированы с международным стандартом ИСО 14001-2016. Однако специализированные стандарты, касающиеся экологических аспектов использования железобетонных конструкций, отсутствуют. Необходима разработка новых российских стандартов, учитывающих особенности отечественного экологического менеджмента, которые должны быть согласованы с международными стандартами ISO 13315. В настоящее время ведется работа по созданию первого каталога экологически безопасных строительных материалов в России, с учетом требований ГОСТ Р 54954–2012. Центр Стандартизации и смежные институты должны активно участвовать в разработке норм на всех этапах жизненного цикла конструкций, включая проектирование, производство и утилизацию.

Таблица 1

Аспекты реализации этапов ОЖЦ применительно к строительным материалам

Этапы жизненного цикла строительной продукции	Формы экологических воздействий	
	Использование природных ресурсов (материальных и энергетических)	Воздействие на здоровье человека и окружающую среду
Разработка	Применение способов и принципов повторного использования, рециклирования и размещения отходов.	Учет требований технических регламентов, связанных с вопросами экологической безопасности.
Процесс добычи природного сырья	Применение принципов рационального использования ресурсов (водных, энергетических).	Учет опасностей для человека и окружающей среды, связанных с транспортировкой.
Производство продукции	Применение принципов рационального использования ресурсов (водных, энергетических, природных в т.ч. исчерпаемых).	Ориентация на подходы перестройки технологического цикла направленные на уменьшение количества выбросов в окружающую природную среду в процессе производства продукции.
Реализация (распределение) продукции	Предвидение возможных неэффективностей в использовании ресурсов, связанных с транспортировкой.	Предвидение опасностей для человека и окружающей среды, связанных с транспортировкой.
Эксплуатация	Применение принципов рационального использования энергетических ресурсов.	Предвидение опасностей, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации конечного продукта.
Утилизация	Применение способов и принципов повторного использования, рециклирования и размещения отходов.	Предвидение опасностей, которые могут возникнуть в процессе утилизации продукции.

Для гармонизации отечественных и международных стандартов необходимо провести научно-исследовательскую работу по следующим направлениям:

- 1) определить экологические нормативные требования к производству бетона и выявить уже используемые элементы экологического менеджмента;
- 2) разработать экологическую политику, охватывающую все аспекты деятельности;
- 3) установить структуру обязанностей в системе экологического менеджмента;
- 4) оценить воздействие предприятий на окружающую среду, составив перечень нормативов и характеристик выбросов;
- 5) определить стадии производства, влияющие на окружающую среду, и разработать системы контроля;
- 6) создать систему регистрации экологически значимых событий и действий по улучшению ситуации.

В статье [4] сделан вывод, что с развитием технологий в строительстве возросло внимание к негативным экологическим последствиям, связанным с использованием бетона, особенно портландцемента. Цемент, являясь основной составляющей бетона, способствует значительным выбросам парниковых газов. В России цемент производят «мокрым способом», что требует больше топлива и приводит к испарению воды и выбросу CO₂. Порядка 8 % мировых выбросов углекислого газа приходится на цементную промышленность, что сопоставимо с выбросами тепловых электростанций. Прогнозируется, что производство цемента вырастет на 12÷23 % к 2050 году, что усугубит ситуацию. В Европе для оценки воздействия строительного материала на окружающую среду используется экологическая декларация продуктов (EPD), основанная на анализе жизненного цикла (LCA). EPD предоставляет количественные данные о воздействии продукта на окружающую среду, однако существует проблема отсутствия международной стандартизации, что затрудняет сравнение данных между регионами. В то время как в Европе применяются единые стандарты, в других странах действуют различные системы классификации цемента, что подчеркивает необходимость гармонизации стандартов для упрощения сравнений.

В заключение, проведенное исследование по оценке перспектив использования методов анализа жизненного цикла (LCA) при контроле качества строительных материалов подчеркивает актуальность данной темы в условиях современных экологических и экономических вызовов. Рассмотренные исследования авторов демонстрируют необходимость комплексного подхода к оценке воздействия строительных материалов на окружающую среду на всех этапах их жизненного цикла. Кроме того, выявленные особенности показывают, что внедрение LCA может существенно повысить эффективность контроля качества и способствовать более устойчивому развитию строительной отрасли. Таким образом, результаты данного исследования могут стать основой для дальнейших практических разработок и внедрения инновационных решений в области производства строительных материалов, что в конечном итоге будет способствовать снижению негативного воздействия на окружающую среду.

С учетом современных тенденций в строительстве и увеличения требований к энергоэффективности зданий, важно не только учитывать их технические характеристики, но и проводить комплексный анализ воздействия этих материалов на окружающую среду на всех этапах их жизненного цикла. Это позволит обеспечить более устойчивый подход к выбору и применению теплоизоляционных материалов, способствуя снижению негативного влияния на природу и повышению общей энер-

гоэффективности строительных объектов. В связи с этим можно отметить перспективность исследований, направленных на разработку и внедрение современных методов контроля качества теплоизоляционных материалов, основанных на принципах LCA, что позволит адаптироваться к быстро меняющимся условиям рынка и требованиям экологической безопасности.

Литература

1. Амир Оладазими, Саид Мансур, Сейед Аббас Хоссейниджу Сравнительная оценка жизненного цикла стальных и бетонных каркасов зданий на примере двух жилых зданий в Иране /Buildings. – 2020. – №10. – С. 54.
2. ГОСТ Р 14.12-2006 Экологический менеджмент. Интегрирование экологических аспектов в проектирование и разработку продукции.
3. Никитин А.Е. Экологические аспекты международной стандартизации в области бетона и железобетона. Российский опыт // Вестник НИЦ «Строительство». – 2020. – № 4. – С. 27.
4. Панова А.В. Технологии производства цемента и негативное воздействие на окружающую среду // Молодой учёный. – 2022. – №1. – С. 21-22.

Prospects of Applying Life Cycle Assessment (LCA) in Quality Control of Construction Materials

T.A. Lebedeva^a, V.P. Polivko^b

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^akarusel_bratsk@mail.ru, ^bvalentinapolivko@icloud.com

Keywords: Environmental management; Life Cycle Assessment (LCA); Construction material quality.

This article explores the prospects of using the Life Cycle Assessment (LCA) method in the quality control of construction materials. The study presents a review of scientific research dedicated to the application of LCA for assessing the environmental performance of materials, including carbon footprint, resource consumption, and waste management. The analysis of existing approaches identifies key aspects influencing the effectiveness of quality control and reveals the limitations of traditional methods. The research concludes that integrating LCA into the quality control processes of construction materials can significantly improve their environmental efficiency and promote a more sustainable use of resources in the construction industry.

УДК 691.34, 658.562

Особенности контроля качества при использовании технологии Superpave в условиях Восточной Сибири

T.A. Лебедева^a, Е.А. Сластникова^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^akarusel_bratsk@mail.ru, ^b6117416@bk.ru

Ключевые слова: дорожное строительство, технология Superpave, экстремальные климатические условия эксплуатации, асфальтобетон.

В статье рассматриваются аспекты контроля качества при применении технологии Superpave в дорожном строительстве в условиях экстремального климата Восточной Сибири. Обоснована необходимость адаптации методов контроля качества с учетом таких факторов, как экстремальные перепады температур, глубокое промерзание грунта, воздействие антигололедных реагентов и ограниченность строительного сезона. Предложены рекомендации по совершенствованию системы контроля качества, особое внимание уделено контролю качества вяжущих материалов, асфальтобетонных смесей и основания дорожной одежды на всех этапах строительства.

Внедрение технологии Superpave в дорожном строительстве является актуальным и открывает возможности для повышения долговечности дорожных покрытий. Данная технология делает упор на эксплуатационные характеристики и подразумевает использование смесей, которые будут хорошо работать в конкретных условиях [2]. В связи с этим эффективность данной технологии напрямую зависит от изучения и учета региональных особенностей эксплуатации, а также от грамотно организованной системы контроля качества на всех этапах строительства и системы управления рисками, возникающими при реализации технологии. Условия Восточной Сибири, характеризующиеся экстремальным климатом и другими специфическими особенностями, предъявляют повышенные требования к контролю качества материалов и работ, а также к учету возможных рисков. Целью данной статьи является анализ особенностей применения технологии Superpave в Восточной Сибири [1].

Для успешного внедрения технологии Superpave в дорожное строительство необходима система эффективного управления рисками с целью минимизации их возможных негативных последствий и обеспечения требуемого качества и долговечности дорожных покрытий с учетом региональных условий производства и эксплуатации [3].

При реализации технологии Superpave в группу наиболее значимых входят технические риски, которые могут возникнуть в процессе проектирования и производства. Это могут быть риски, связанные с неправильным выбором компонентов смеси, такими как неподходящие вяжущие материалы или заполнители, что может привести к плохим эксплуатационным характеристикам асфальта. Также важно оценить риски, связанные с новыми методами укладки и контролем качества. Несовместимость температуры или неравномерное распределение смеси могут негативно сказаться на долговечности покрытия. Перечень факторов технических рисков, их последствия, а также механизмы управления приведены в табл. 1.

Необходимость адаптации технологии в зоне применения требует исследования региональных особенностей. Восточносибирский регион имеет свои уникальные климатические и геологические характеристики, а также ресурсную базу. Для успешного применения Superpave и адаптации технологических решений необходимо обобщение опыта строительства дорог в аналогичных климатических условиях. Основные факторы, которые необходимо учитывать при использовании технологии Superpave в этом регионе представлены в табл. 2.

Учитывая приведенные особенности, можно выделить пути совершенствования системы контроля качества при применении Superpave в Восточной Сибири:

а) контроль качества вяжущих материалов с расширенным определением PG-класса: проведение испытаний, моделирующих реальные условия эксплуатации дорожного покрытия в Восточной Сибири, включая циклические испытания на усталость и испытания на трещиностойкость при низких температурах; оценка влияния модифицирующих добавок на свойства ПБВ;

Таблица 1

Факторы технических рисков при реализации технологии Superpave

Наименование фактора риска	Последствия	Механизм управления
Неэффективность асфальтобетонной смеси	Повышенная вероятность растрескивания и деформации дорожного покрытия, что приведет к необходимости частого ремонта	Проведение предварительных лабораторных исследований, строгое соблюдение рецептур и контроль качества асфальта в процессе укладки.
Ошибка в проектировании дорожной конструкции	Неправильно рассчитанные нагрузки могут привести к преждевременному износу и снижению долговечности дорожного покрытия	Привлечение высококвалифицированных специалистов, использование современных программ для проектирования и моделирования дорожных конструкций.
Проблемы с оборудованием для укладки	Сбои в работе техники могут вызвать задержки в проекте и дополнительные расходы на ремонт или аренду	Проведение регулярной диагностики и технического обслуживания оборудования, а также наличие резервных единиц техники.
Недостаточная подготовка основания дороги	Неправильная подготовка может привести к проседанию и разрушению покрытия, особенно в условиях высоких нагрузок.	Проведение геотехнических исследований и оценка состояния грунтов, а также соблюдение технологий подготовки основания перед укладкой асфальта.
Климатические условия на этапе укладки	Неблагоприятные погодные условия могут снизить качество укладки асфальтовых смесей (например, дождь, высокая влажность).	Учет прогнозов погоды и планирование работ в зависимости от климатических условий, использование добавок, которые позволяют укладывать асфальт в неблагоприятных условиях.
Необходимость адаптации технологии в зоне применения	Различия в типах грунтов, температурных режимах и дорожных условиях могут потребовать дополнительных модификаций технологии Superpave, что увеличивает сроки и затраты.	Проведение детального анализа условий эксплуатации и соответствующая адаптация технологии с использованием местных материалов.

Таблица 2

Особенности Восточносибирского региона при реализации технологии Superpave

Региональная особенность	Проблема	Пути решения	Практический пример
1	2	3	4
Экстремальные перепады температур	Зимой температура может опускаться до -50°C и ниже, а летом подниматься до +30°C и выше. Такие резкие перепады температур создают значительные напряжения в асфальтобетонном покрытии, что может привести к растрескиванию и деформации.	Необходимо выбирать битумы, которые сохраняют свою эластичность при экстремально низких температурах (чтобы предотвратить растрескивание) и не размягчаются при высоких температурах (чтобы избежать образования колеи). Это может потребовать использования специальных модифицированных битумов или полимерно-битумных вяжущих (ПБВ).	Выбор битума PG (Performance Grade) 58-40 или PG 64-46
Глубокое промерзание грунта	Зимой грунт промерзает на значительную глубину, что приводит к пучению и деформациям дорожного основания. Это может вызвать трещины в асфальтобетонном покрытии и его разрушение.	Необходимо обеспечить надежное основание дороги, с учетом глубины промерзания грунта. Путем применения специальных мероприятий: – укладка теплоизолирующих материалов под дорожное основание; –	Использование геотекстиля для предотвращения смешивания грунтов основания и дорожной одежды.

1	2	3	4
		– увеличение толщины дорожной одежды; применение дренажных слоев для отвода воды;	
Снежный покров и снегопады	В регионе выпадает большое количество снега, что требует постоянной очистки дорог. Использование солевых реагентов приводит к коррозии асфальтобетонного покрытия и дорожных конструкций.	Необходимо использовать материалы, устойчивые к воздействию антигололедных реагентов, в частности, ПБВ с добавками, улучшающими устойчивость к солям. Также необходимо обеспечивать водонепроницаемость покрытия.	Применение защитных пропиток для асфальтобетона
Интенсивные условия эксплуатации	Интенсивное движение грузового транспорта и высокая нагрузка на дорожное покрытие приводят к быстрому износу.	Необходимо использовать износостойкие асфальтобетонные смеси, а также обеспечить хорошее уплотнение покрытия при строительстве с подбором правильного гранулометрического состава щебня и включением в смесь специальных добавок.	Увеличение содержания крупнофракционного щебня для повышения прочности и устойчивости к нагрузкам.
Ограничения ресурсной базы	В регионе могут быть ограничения на доступность определенных видов материалов, что предопределяет выбор составов смесей в т.ч. с повышением затрат.	Необходим анализ доступности ресурсов и разработка составов смесей, на основе местных источников сырья, в т.ч. вторичных.	Использование местных каменных материалов, которые прошли соответствующие испытания.
Трудности контроля качества	Суровые климатические условия и удаленность объектов могут затруднить проведение контроля качества материалов и работ.	Необходимо применять современное оборудование и методы контроля, а также обеспечивать постоянный мониторинг качества строительства и состояния дорожного покрытия.	Использование мобильных лабораторий для проведения испытаний на строительных площадках.
Ограниченный строительный сезон	Короткий теплый период ограничивает время для строительных работ, что требует более тщательного планирования и организации процесса.	Планирование работ в соответствии с климатическими условиями, использование технологий, ускоряющих строительные работы.	Использование метода горячей регенерации для дорожных работ.

б) контроль качества асфальтобетонных смесей: оптимизация гранулометрического состава с использованием компьютерного моделирования и учетом свойств местных материалов и климатических условий; контроль оптимальной степени уплотнения смеси с учетом ее состава и условий эксплуатации;

в) контроль качества основания дорожной одежды: определение несущей способности с использованием методов неразрушающего контроля; определение степени уплотнения грунта основания; определение морозостойкости грунта основания и принятие мер по предотвращению его пучения;

г) мониторинг состояния дорожного покрытия: проведение регулярных обследований состояния дорожного покрытия с использованием методов визуального

осмотра и инструментального контроля; анализ характера и интенсивности дефектов для выявления причин их возникновения и разработки мер по их устранению; прогнозирование долговечности с использованием методов математического моделирования и определения оптимальных сроков проведения ремонтных работ.

Таким образом, успешное применение технологии Superpave в Восточной Сибири требует не только адаптации технологических решений к местным климатическим и геологическим условиям, но и совершенствования системы контроля качества на всех этапах строительства.

Литература

1. Волкова Е.В., Сидорова Д.С. Реконструкция автомобильных дорог в сложных природных условиях Сибири и Дальнего Востока // Вестник ИрГТУ. 2013. №7 (78). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rekonstruktsiya-avtomobilnyh-dorog-v-slozhnyh-prirodnih-usloviyah-sibiri-i-dalnego-vostoka> (дата обращения: 27.03.2025).
2. Лебедева Т.А. Обзор нормативной базы, определяющей современный подход к обеспечению качества асфальтобетона / Т.А. Лебедева, Е.А. Слестникова // Молодая мысль: наука, технологии, инновации: материалы XVI (XXII) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: Изд-во «БрГУ», 2024. – С. 555-557.
3. Лебедева Т.А. Контроль показателей качества асфальта в городе Братск / Т.А. Лебедева, М.С. Тативская // Молодая мысль: наука, технологии, инновации: материалы XV (XXI) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: Изд-во «БрГУ», 2023. – С. 77-80.

Quality Control Peculiarities When Implementing Superpave Technology in the Conditions of Eastern Siberia

T.A. Lebedeva^a, E.A. Slastnikova^b

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^akarusel_bratsk@mail.ru, ^b6117416@bk.ru

Keywords: Road construction, Superpave technology, extreme climate operating conditions, asphalt concrete.

This article examines quality control aspects when applying Superpave technology in road construction under the extreme climate conditions of Eastern Siberia. The necessity of adapting quality control methods is substantiated, considering factors such as extreme temperature variations, deep ground freezing, the impact of anti-icing agents, and the limited construction season. Recommendations are proposed to improve the quality control system, with particular attention paid to the quality control of binding materials (binders), asphalt concrete mixtures, and the base of the pavement structure at all stages of construction.

УДК 666.97.033

О показателе степени измельчения дробильного оборудования

А.Ю. Лодатко^a, О.И. Безродных, Н.А. Зинчук, Е.Д. Виноградов, С.Н. Медведев

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^amf@brstu.ru

Ключевые слова: разрушение твердых частиц, коэффициент пропорциональности, показатель степени измельчения.

В данной работе проведен анализ существующих исследований в области изучения механизма разрушения твердых частиц применительно к дорожно-строительным материалам. Установлено, что определенные на основании испытаний существующего помольного оборудования значения коэффициента K и показателя степени измельчения n способны характеризовать любую стадию дробления и измельчения материалов. Значения показателя степени $n = 1; 1,5; 2,0$ носят частный характер и соответствуют оборудованию, на котором проводились исследования с данной крупностью материала и его свойствами. Решение задачи по установлению связи между энергетическими затратами и характеристиками крупности материала сводятся к определению значений K и n .

При разрушении материалов наиболее распространены механические способы воздействия на материал, так как с помощью их можно обеспечить необходимую крупность готового продукта и его форму. Поэтому механические способы отличаются своим многообразием и сочетанием способов разрушения. Это в свою очередь привело к многообразию конструкций измельчительного оборудования, которые, собственно, и отражают механические способы разрушения частиц материала [1, 2]. Последовательно можно проследить использование того или иного способа в каждом измельчительном оборудовании. Наиболее часто пользуются сочетанием способов разрушения в одном измельчительном оборудовании. В конусной дробилке осуществляется раздавливание материала с истиранием о боковые поверхности конусов, в шаровой мельнице удар с истиранием [2, 7].

Показатель измельчаемости ω_i Ф. Бонда, не только содержит затраты энергии, но и косвенно влияет на производительность измельчительного оборудования [3, 10]. Знаменатель размерности показателя ω_i косвенно содержит размерность производительности.

Значение показателя измельчаемости ω_i задается формулой:

$$\omega_i = 2.59 \cdot \frac{c}{S}, \quad (1)$$

где c – энергия, затраченная на измельчение материала; S – удельный вес материала.

Показатель был определен Ф. Бондом для ряда руд и других материалов в результате многочисленных лабораторных испытаний. В табл. 1 приведены показатели измельчаемости для некоторых материалов.

Таблица 1

Показатели измельчаемости для некоторых материалов

Наименование материала	Показатель измельчаемости ω_i , кВт-ч/т
Гипс	6,73
Доломит	11,27
Стекло	12,31
Известняк	12,54
Кварц	13,57
Гранит	15,05

В 1945 году В. Карамзин и Р. Татур предложили решение задачи о расходе энергии и сделали количественную оценку коэффициента K на различных стадиях дробления и измельчения: крупное, среднее, мелкое дробление, крупное, тонкое и сверхтонкое измельчение.

Первоначально было установлено, что напряжение σ разрушения зависит от соотношения d и $\sqrt{F}$, где F – площадь поперечного сечения конечного продукта.

До разрушения частицы призматической формы сжатием вес которой равен I , напряжение разрушения равно:

$$\sigma_0 = \frac{P_0}{F_0}, \quad (2)$$

где P_0 – усилие сжатия; F_0 – площадь поперечного сечения частицы единичного веса.

Если при том же весе частица будет иметь размеры d и F , то напряжение разрушения изменится и будет иметь:

$$\sigma = \frac{P}{F}, \quad (3)$$

При условии неизменности веса и объема образца:

$$D \cdot P_0 = dF, \quad (4)$$

где D – размер исходного продукта измельчения; F_0 – площадь поперечного сечения частицы размером D .

Напряжение разрушения зависит от соотношения d и $\sqrt{F}$, и уменьшается с относительным уменьшением размера частиц;

$$\sigma = \sigma_0 \cdot \left(\frac{D}{d} \right)^n, \quad (5)$$

где n – некоторый постоянный показатель, $n > 0$.

Процесс разрушения есть непрерывное сжатие частицы с высоты D до конечного размера d при одновременном уменьшении площади поперечного сечения образца от F_0 до F .

Удельная работа дробления, учитывая единичный вес:

$$a = \int_0^{D-d} P dx, \quad (6)$$

где $x = D - d_1$, а d_1 – текущая высота, если

$$P = \sigma \cdot F = \sigma_0 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{D}{D-x} \right)^{n+1}, \quad (7)$$

то $\sigma_0 \cdot F_0 \cdot D = K$ и удельная работа после интегрирования:

$$a = \frac{K \cdot \left(\frac{D}{d} \right)^n - 1}{n}, \quad (8)$$

при $n = 0$ образуется неопределенность, раскрывая которую можно получить:

$$a = K_K \cdot \ln \left(\frac{D}{d} \right), \quad (9)$$

т.е. формула Кирпичева-Кикка.

При $n \neq 0$. Общее решение

$$a = \frac{K}{n} \cdot \left[\left(\frac{D}{d} \right)^n - 1 \right], \quad (10)$$

При $n = 1$. Формула Риттингира:

$$a = K_s \cdot \left(\frac{D}{d} - 1 \right), \quad (11)$$

При $n = 0,5$. Формула Бонда:

$$a = K_0 \left(\sqrt{\frac{D}{d}} - 1 \right), \quad (12)$$

Таким образом, коэффициент пропорциональности K в процессе разрушения изменяется и определение его величины для количественной оценки затрат энергии затруднительно. Соблюдая последовательность уменьшения размера частиц по мере измельчения и анализируя применимость каждого теоретического истолкования связи между затрачиваемой энергией и характеристиками дисперсности материала, можно сделать выводы, что при крупном, среднем и мелком дроблении применима теория Кирпичева–Кикка, на средних этапах измельчения более рациональней использовать теорию Риттингера, при тонком помоле справедлива теория Бонда [3, 4, 8].

Теоретические зависимости Риттингера Н., Кирпичева В.Л., Бонда Ф. и созданные на основе их аналогичные зависимости не определяют непосредственной связи между энергией и характеристиками дисперсности материала, однако на основании этих зависимостей можно установить наиболее общую связь, которая выразится в виде:

$$dE = -K \cdot \frac{dx}{x^n}, \quad (13)$$

где K – коэффициент пропорциональности, имеющий размерность работы, характеризующий способ разрушения или сочетание способов и являющийся постоянным только для данного материала с определенным классом крупности; x – текущий размер частиц материала; n – показатель степени переменная величина зависящая от физико-механических свойств материала, способа или сочетания способов разрушения, характера приложения разрушающего фактора (конструктивного исполнения рабочих органов помольного оборудования).

При измельчении, для достижения требуемого размера d частиц материала необходимо неоднократное воздействие на материал с размером d . Количество воздействий n определяется из допущения, которое применялось на протяжении всех исследований в области измельчения материалов [5, 6, 9].

При измельчении частицы материала с размером D_{cp} до размера d_{cp} , т.е. со степенью измельчения $i = D_{cp}/d_{cp}$ получается i^3 частиц. Здесь величина i является частной, объемной степенью измельчения равной r_i

После первого воздействия

$$r_1 = \frac{D_{cp}}{d_{cp}}, \quad (14)$$

После второго воздействия

$$r_2 = \frac{d_1}{d_2}, \quad (15)$$

После n -го воздействия

$$r_n = \frac{d_{n-1}}{d_{cp}}, \quad (16)$$

Общая степень измельчения

$$i_0 = r_1 \cdot r_2 \cdot \dots \cdot r_n = \frac{D_{cp}}{d_1} \cdot \frac{d_1}{d_2} \cdot \dots \cdot \frac{d_{n-1}}{d_{cp}}, \quad (17)$$

$i_0 = \frac{D_{cp}}{d_{cp}}$, величина r на протяжении n воздействий принималась одинаковой

$$i_0 = r^n \text{ или } n = \frac{\lg i_0}{\lg r}.$$

Анализируя работу современного измельчительного оборудования, можно установить степени измельчения для каждого типа оборудования. Данные по степени измельчения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Относительная степень измельчения помольного оборудования

Наименование оборудования	Степень измельчения $i_0 = \frac{D_{cp}}{d_{cp}}$	Показатель степени измельчения $n = \frac{\lg i_0}{\lg r}$
1. Щековые дробилки	4÷6	0,12÷0,3
2. Конусные грибовидные дробилки	10÷20	0,5÷0,82
3. Молотковые ударные однороторные дробилки	10÷12	0,5÷0,6
4. Молотковые двухроторные	15÷20	0,7÷0,8
5. Однороторные дробилки	15÷40	0,7÷1,12
6. Двухроторные дробилки	30÷50	1,0÷1,22
7. Шаровые мельницы	50÷1000	1,22÷6,28
8. Вибрационные мельницы	80÷2000	1,72÷6,91

Таким образом, пользуясь зависимостями 7-11 можно предположить, что установление связи между энергетическими затратами на измельчение и отдельными характеристикам крупности материала возможно только после количественного определения коэффициента пропорциональности K и показателя степени измельчения n . При этом величины K и n будут определять способы разрушения материала, которые предусмотрены конструкцией мельницы, т.е. будут являться параметрами мельницы и принадлежать определенным характеристикам крупности материала.

Коэффициент K , имея размерность удельной работы, является одним из основных энергетических параметров помольного оборудования. В частности Ф. Бондом лабораторным путем установлен ряд значений коэффициента K , названный им как показатель измельчаемости конкретного материала. Однако этот показатель будет характеризовать конкретную материала, т.е. ту, которая бала принята Бондом при измельчении лабораторным оборудованием, а также способы разрушения, реализованные в этом помольном оборудовании. Поэтому значения показателей измельчаемости, полученные Бондом соответствуют только тому помольному оборудованию, на котором проводились исследования, а именно шаровой и стержневой мельнице с конкретными параметрами и режимами их работы. Чем больше будут расхождения в крупности измельчаемых материалов и измельченных, которым соответствует и определенный коэффициент K , тем больше будет несоответствие теоретических и практических значений энергзатрат. Это таким же образом будет прояв-

ляться и в расхождении сочетания способов разрушения, т.е. отличного от сочетания способов в шаровой мельнице.

Показатель степени измельчения n так же, как и K соответствует конкретному помольному оборудованию, его геометрическим параметрам и сочетанию способов разрушения в этом помольном оборудовании при исходном и конечном размерах измельчаемого материала.

Определенные на основании испытаний существующего помольного оборудования значения коэффициента K и показателя степени измельчения n способны характеризовать любую стадию дробления и измельчения материалов. Значения показателя степени $n = 1; 1,5; 2,0$ носят частный характер и соответствуют оборудованию, на котором проводились исследования с данной крупностью материала и его свойствами. Решение задачи по установлению связи между энергетическими затратами и характеристиками крупности материала сводятся к определению значений K и n .

Литература

1. Андреев С. Е. Законы дробления. – Горный журнал, №7, 1962. с. 22–26.
2. Андреев С. Е., Перова В. А., Зверев В. В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М: Недра, 1980. – 415 с.
3. Баловнев В.И., Бакатин Ю.П., Зеньков С.А., Журавчук С.В. Сдвиговой стенд // Авторское свидетельство SU 1310696 А1, 15.05.1987. Заявка № 3992052 от 12.12.1985.
4. Гийо Р. Проблема измельчения и ее развитие. – М.: Стройиздат, 1964. – 112с.
5. Зеньков С.А., Кобзов Д.Ю., Курмашев Е.В. Стенд сдвиговой: пат. 2460989 Рос. Федерация; заявл. 28.09.2010; № заявки 2010139838/28, опубл. 10.09.2012. Бюл. № 25.
6. Захваткин В. К. Повышение эффективности процесса измельчения руд. – Горный журнал, № 49, 1949, с. 17–21.
7. Кармазин В. И., Денисенко А. И., Серго Е. Е. Бесшаровое измельчение руд. – М.: Недра, 1968. – 184 с.
8. Матвиенко Ю. Г. Модели и критерии механики разрушения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 328 с.
9. Ромадин В. П. Пылеприготовление. – М.: Госэнергоиздат, 1953. – 519 с.
10. Сергеев В. П. Строительные машины и оборудование. – М.: Высшая школа, 1987. – 375 с.

Determination of the degree of grinding of grinding equipment

A.Yu. Lodatko^a, O.I. Bezrodnykh, N.A. Zinchuk, E.D. Vinogradov, S.N. Medvedev

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^amf@brstu.ru

Key words: destruction of solid particles, the proportionality coefficient, the degree of grinding.

This paper analyzes existing studies in the field of studying the mechanism of destruction of solid particles as applied to road-building materials. It has been established that the values of the coefficient K and the degree of grinding index n determined on the basis of tests of existing grinding equipment are capable of characterizing any stage of crushing and grinding of materials. The values of the degree index $n = 1; 1.5; 2.0$ are of a particular nature and correspond to the equipment on which studies were conducted with a given size of material and its properties. The solution to the problem of establishing the relationship between energy costs and the characteristics of the size of the material is reduced to determining the values of K and n .

Оценка эффективности использования геосинтетических материалов на строительных объектах города Братска

Р.Н. Лыскова^а

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аrlyskova@bk.ru

Ключевые слова: геосинтетические материалы, городское строительство, дорожное покрытие, контроль качества строительных работ.

В статье рассматривается эффективность применения геосинтетических материалов на примере двух строительных объектов города Братска в ж.р. Падун и Центральный. Анализ качества строительных работ включил входной, операционный и приемочный этапы. Отмечено, что, учитывая суровые климатические условия и высокий уровень интенсивности транспортного потока, внедрение инновационных материалов и технологий, в том числе геосинтетиков, становится ключевым фактором для повышения качества дорожной инфраструктуры и снижения эксплуатационных расходов. Сделан вывод о том, что грамотно выполненный проект по благоустройству, правильный подбор геоматериалов, а также соблюдение технологии их укладки, являются ключевыми факторами для достижения долговечности и надежности благоустроенных территорий.

В условиях современного городского строительства, особенно в северных регионах России, таких как, город Братск, обеспечение прочности и надежности дорожных покрытий является очень актуальной проблемой. Учитывая суровые климатические условия и высокий уровень интенсивности транспортного потока, внедрение инновационных материалов и технологий, в том числе геосинтетиков, становится ключевым фактором для повышения качества дорожной инфраструктуры и снижения эксплуатационных расходов.

В рамках анализа эффективности использования геосинтетических материалов в конструктивных слоях дорожных покрытий, выполнен анализ двух объектов благоустройства на территории города Братска. Контроль качества геосинтетических материалов на используемых объектах включает в себя входной, операционный и приемочный этапы.

1. Благоустройство территории вдоль ул. Гидростроителей от ул. 2-я Парковая до пер. Дубынинский, ж.р. Падун, г. Братск.

На данном объекте благоустройства геополотно нетканое использовано в конструкции покрытия из тротуарных плит.

В проекте для устройства покрытия из тротуарных плит использовались следующие материалы: геополотно нетканое – в качестве прослойки, обеспечивающей разделение слоёв, фильтрацию и дренаж; щебеночно-песчаная смесь (ЩПС) типа С5 – основа для укладки тротуарных плит; сухая смесь (песок:цемент = 5:1) – для создания раствора, связывающего тротуарные плиты и обеспечивающего их прочность и устойчивость; стальная сетка – для усиления прочности конструкции; бетонная тротуарная плитка – основной элемент покрытия.

Входной контроль качества подтвердил использование геополотна нетканого иглопробивного плотностью 500 г/м², путем анализа сопроводительной документа-

ции на данный материал. Поставщиком является ЗАО «ПОШ – Химволокно», материал доставлен партией из 84 рулонов для обустройства покрытия площадью 100 м². Паспорт качества подтверждает соответствие характеристик материала нормативным требованиям, однако показатель поверхностной плотности не соответствует нормам ТУ 8397-001-51414105-3.

В процессе операционного контроля качества выявлены ошибки при укладке геоматериала, а именно:

- некачественная подготовка основания: на поверхности грунта имеются остатки листьев и неровности от колес транспортных средств;
- рулоны геополотна уложены без нахлеста, не состыкованы между собой, имеются провисания геоматериала, способствующие образованию пустот;
- преждевременная отсыпка щебеночно-песчаной смеси без стыковки полос геоматериала между собой (рис. 1).



Рис. 1. Этап укладки геополотна нетканого на объекте благоустройства в ж.р. Падун

На этапе приемочного контроля выявлено, что по состоянию на весенний период 2025 года, покрытие оценивается как удовлетворительное, но есть риск ухудшения его функциональных характеристик после оттаивания грунта. Кроме того, в проектной документации не предусмотрены уклоны площадки, позволяющие отводить поверхностные воды с покрытия. Подобное допущение со стороны проектной организации может стать причиной негативных последствий, так как застой воды способствует разрушению плит, снижая их долговечность и эстетические качества. Без должного уклона вода не может беспрепятственно стекать, что увеличивает риск образования трещин и других повреждений, требующих последующего ремонта и дополнительных затрат.

Таким образом, допущенные ошибки в процессе проектирования рассматриваемого объекта благоустройства, а также в процессе укладки геополотна нетканого, послужили причиной разрушения конструктивных слоев покрытия в целом: наблюдается значительное скопление воды и разрушение поверхностного слоя покрытия, что в дальнейшем может способствовать разрушению тротуарных плит

и увеличению риска травмирования пешеходов. Ведомость выявленных дефектов и повреждений представлена в табл. 1.

Таблица 1

Ведомость дефектов и повреждений на объекте благоустройства в жилом районе Падун

№	Описание дефекта	Фотофиксация дефекта или повреждения	Примечание
1	Разрушение покрытия из тротуарных плит		Образование трещин и сколов
2	Разрушение покрытия в местах монтажа малых форм		-
3	Скопление воды на поверхностном слое покрытия		Отсутствие спроектированного уклона, необходимого для отвода поверхностных вод, приводит к их скоплению на поверхности покрытия
4	Застаивание воды, образование луж и грязи		-
5	Вымывание сухой смеси (песок, цемент) из-под тротуарных плит		Отсутствие спроектированного уклона площадки приводит к застаиванию воды и вымыванию цементно-песчаной смеси

2. Благоустройство территории физкультурно-оздоровительного комплекса открытого типа на бул. Космонавтов, ж.р. Центральный, г. Братск.

На объекте благоустройства нетканый геотекстиль применяется в конструкции покрытия типа «гамбит», которое предназначено для беговых дорожек, площадок для игры в баскетбол, волейбол, стритбол, а также для сдачи норм ГТО.

Для устройства покрытия использованы следующие материалы: нетканый геотекстиль массой 200 г/м² – используется для создания многослойной структуры, обеспечивающей оптимальные эксплуатационные характеристики для различных спортивных мероприятий; ЩПС типа С 5 – основа для укладываемого покрытия; асфальтобетон типа А 22 и типа А 16 – нижний и верхний слои покрытия для создания прочной основы и обеспечения устойчивой поверхности под укладку резиновой

крошки; резиновое покрытие типа «гамбит» – основной слой покрытия, обеспечивающий амортизацию и снижение нагрузки на суставы спортсменов.

Проект ФОКОТ выполнен с соблюдением высотных отметок и проектированием необходимых уклонов. Кроме того, проектом предусмотрено обустройство ливневой системы водоотведения посредством размещения водоотводных бетонных лотков в местах с наибольшими перепадами высот.

Входной контроль качества подтвердил использование в проекте геополотна нетканого марки «ДОРНИТ ЭКО 200» массой 200 г/м² Изготовителем, согласно паспорту качества на данный материал, является ООО «Технопласт». Паспорт качества подтверждает соответствие материала техническим условиям ТУ 8379-002-37483884-2014 и наличие сертификата соответствия, предоставляемого на добровольной основе.

Операционный контроль качества продемонстрировал соблюдение следующих этапов выполнения работ по укладке геоматериала:

1) Геотекстиль уложен вручную поперечным методом, обеспечивающим равномерное распределение нагрузки и улучшение дренажных свойств. Укладка выполнена без натяжений и складок, края рулонов перекрыты с целью предотвращения разрывов, попадания грунта или воды.

2) Укладка проведена в сухую и безветренную погоду. Кроме того, в целях предотвращения возможных повреждений и разрывов между уложенными рулонами, полотно зафиксировано на грунте тяжелыми камнями.

3) Перекрытие полотен составляет менее 0,3 м, зазоры отсутствуют, что минимизирует риск деформаций и обеспечивает эффективный дренаж. Воздушные пузыри не обнаружены (рис. 2).



Рис. 2. Этап укладки геополотна нетканого ФОКОТ по бул. Космонавтов

Визуальный осмотр ФОКОТ, по состоянию на весенний период 2025 года после схода снежного покрова, продемонстрировал, что покрытие выглядит целостным, без трещин, отслоений и деформаций. Тем не менее, обнаружены восстановленные участки покрытия в виде вставок из резиновой крошки, которые не нарушают эстетический вид покрытия и не создают дискомфорта при передвижении.

Инструментальная оценка покрытия продемонстрировала наличие перепадов высот на его поверхности, которые не были выявлены при визуальной оценке. Не-

смотря на это, вода не задерживается на поверхности, благодаря проектному уклону, водоотводным лоткам и фильтрующим характеристикам покрытия «гамбит».

Кроме того, для оценки качества данного покрытия, проведены испытания качества уплотнения (модуля деформации). Результаты оценки покрытия типа «гамбит» с использованием геотекстиля нетканого, показывают, что фактический коэффициент уплотнения составляет 0,95, что соответствует требуемому модулю деформации – более 10 МПа [3]. Ведомость выявленных дефектов и повреждений представлена в табл. 2.

Таблица 2

Ведомость дефектов и повреждений на территории ФОКОТ в ж.р. Центральный

№	Описание дефекта	Фотофиксация дефекта или повреждения	Примечание
1	Восстановленный участок покрытия из резиновой крошки		Вставка на покрытие из резиновой крошки выполнена качественно, сохраняя эстетические качества покрытия и не нарушая его функциональность
2	Разрушение бортового камня		Скол бортового камня БР 100.20.8, не связанный с качеством уложенной резиновой крошки
3	Наличие уклона покрытия		Данный недостаток компенсируется наличием на территории водоотводных лотков, в связи с чем вода не скапливается на поверхности покрытия

На основании анализа двух объектов благоустройства можно сделать вывод о том, что правильная укладка геоматериалов непосредственно влияет как на функциональные, так и на эстетические показатели покрытий. В первом примере неправильная укладка геоматериала привела к значительным разрушениям поверхностного слоя покрытия в достаточно короткие сроки. В то же время, второй пример строительного объекта с использованием геоматериала демонстрирует, что благодаря правильной укладке геотекстиля нетканого, покрытие сохранило эксплуатационные и эстетические характеристики, и продолжает успешно выполнять свои функции.

Кроме того, важным этапом перед началом работ по обустройству различных покрытий является грамотно разработанный проект, который должен учитывать все ключевые аспекты, такие как выбор подходящих материалов, расчет нагрузки на основание, дренажные системы, устойчивость к климатическим условиям и эксплуатационным нагрузкам, а также обеспечение безопасности и долговечности покрытия [4]. Проект также должен соответствовать требованиям нормативной документации, включая строительные нормы и правила (СП), стандарты качества и экологические требования.

Отсутствие проработанного проекта по благоустройству территории в ж.р. Падун привело к тому, что поверхностные воды скапливаются на покрытии без возможности их отвода, разрушая, тем самым, тротуарные плиты и вымывая нижеле-

жащие слои. В то время, как проектом по благоустройству ФОКОТ, предусмотрено наличие водоотводных лотков, позволяющих отводить поверхностные воды в местах с наибольшими перепадами высот.

Таким образом, грамотно выполненный проект по благоустройству, правильный подбор геоматериалов, а также соблюдение технологии их укладки, являются ключевыми факторами для достижения долговечности и надежности благоустроенных территорий.

Литература

1. ГОСТ Р 55028-2012. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения: дата введения 01.04.2013. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 8 с.
2. Кондратьев В.В., Еленкин Д.А. «Применение геосинтетических материалов для устройства дорожных покрытий» // Научно-технический журнал «Дороги и мосты». – 2015. – № 3. – С. 45–54.
3. Костин В.И. Геосинтетические материалы в дорожном строительстве [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пос. / В.И. Костин; Нижегород. гос. архитектур. – строит. ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2022. – 145 с., ил. 85. 1 электрон. опт. диск (CD-RW) Костин В.И. Геосинтетические материалы в дорожном строительстве: учебно-методическое пособие / В.И. Костин. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2022. – 145 с.
4. Лыскова Р.Н. Технология укладки геосинтетических материалов: этапы и особенности // Энергия молодых – строительному комплексу: сборник материалов XVIII Межрегиональной научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых. – Братск: БрГУ, 2024. – С 75-80.
5. Федоров А.А. «Анализ влияния применения геосинтетических материалов на долговечность дорожных покрытий» // Научно-практический журнал «Транспортные системы и технологии». – 2016. – № 2.

Evaluation of the efficiency of geosynthetic materials use at construction sites in the city of Bratsk

R.N. Lyskova^a

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^arlyskova@bk.ru

Key words: geosynthetic materials, urban construction, road pavement, quality control of construction works.

The article examines the effectiveness of the use of geosynthetic materials on the example of two construction sites in the city of Bratsk in the residential areas of Padun and Tsentralny. The quality analysis of construction works included input, operational and acceptance stages. It is noted that given the harsh climatic conditions and high level of traffic flow intensity, the introduction of innovative materials and technologies, including geosynthetics, becomes a key factor to improve the quality of road infrastructure and reduce operating costs. It is concluded that a competently executed landscaping project, the correct selection of geomaterials, as well as compliance with the technology of their laying, are key factors for achieving the durability and reliability of landscaped areas.

Текущее состояние уровня газификации Российской Федерации, в том числе города Братска Иркутской области

С.Ю. Панчук^а, С.А. Белых^б

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аkvaдрatik10@rambler.ru, ^бkafedra.smit@mail.ru

Ключевые слова: природный газ, газоснабжение, газификация, магистральные газопроводы, газораспределительная сеть.

Природный газ является высокоэффективным энергоносителем и имеет ряд преимуществ по сравнению с другими видами топлива и сырья. Он не ядовит, имеет высокую теплопроводность, его добыча и использование легче, чем у других видов топлива. В середине прошлого века началась активная газификация городов. В статье приведены сведения из истории газификации России и городе Братске. Представлен анализ уровня газификации в городе Братске. Условиями приоритетного выделения инвестиций на газификацию региона являются: отсутствие долгов по оплате текущих поставок газа; погашение задолженности прошлых лет; экономическая эффективность предлагаемых объектов; загрузка газопроводов и газораспределительных станций; готовность потребителей к приему газа. Кроме того, к одной из проблем газовой отрасли в РФ относится изношенность существующих газопроводов. С учетом срока службы стальных газопроводов в настоящее время необходимо принимать решения по их реконструкции и замене. По оценкам надежности газоснабжения потребителей система газоснабжения правого берега города Братска считается надежной. Система газоснабжения левого берега города Братска не организована из-за отсутствия газораспределительных сетей.

Россия занимает первое место по доказанным запасам (49,541 трлн м³) и второе место по добыче (642,242 млрд м³/год) природного газа в мире [1]. Природные газы представляют собой смесь различных углеводородов метанового ряда, не содержат водорода, оксида углерода и кислорода. Содержание азота и диоксида углерода обычно бывает невысоким. Газы некоторых месторождений содержат сероводород. Сухие газы легче воздуха, низшая теплота сгорания сухих газов, добываемых в Российской Федерации, составляет 31-38 МДж/м³ [2].

Природный газ имеет ряд преимуществ [3] по сравнению с другими видами топлива и сырья: – стоимость добычи природного газа значительно ниже, чем других видов топлива; – производительность труда при его добыче выше, чем при добыче нефти и угля; – отсутствие в природных газах оксида углерода предотвращает возможность отравления людей при утечках газа; – при газовом отоплении городов и населенных пунктов гораздо меньше загрязнение воздуха; – при работе на природном газе обеспечивается возможность автоматизации процессов горения; – достигаются высокие коэффициенты полезного действия работы газоиспользующего оборудования.

Природные газы являются высокоэффективным энергоносителем и ценным химическим сырьем, поэтому в настоящее время их широко применяют для газоснабжения городов и промышленных предприятий. Из истории газификации в Российской Федерации 10 июля 1948 года было подписано распоряжение, согласно ко-

торому Совету Министров РСФСР было поручено организовать в системе министерства коммунального хозяйства РСФСР Главное управление по газификации городов РСФСР «Главгаз» [4]. Интенсивное строительство газораспределительных сетей современных городов происходило в 70-80 гг. XX века. Однако газификация регионов страны продвигалась достаточно медленно. К 1990 году 46 процентов распределяемого в СССР сетевого газа направлялось на предприятия промышленности, еще 37 процентов – на электростанции. На коммунально-бытовые нужды населения расходовалось только 13 процентов сетевого газа, в том числе сельское население получало лишь 0,8 процентов. Такая структура распределения сетевого газа объяснялась не только растущими потребностями производства, но и огромными расстояниями, рассредоточенностью сельских населенных пунктов. К моменту распада СССР в конце 1991 года уровень газификации РСФСР составлял только 40 процентов [4].

Российская Федерация занимает первое место по доказанным запасам и второе место по добыче природного газа в мире, при этом во многих федеральных округах уровень газификации является достаточно низким. Темпы роста газификации в стране устойчивые, но недостаточные, поэтому вопрос о газификации многих населенных пунктов в России до сих пор стоит очень остро. Кроме того, к одной из проблем газовой отрасли в Российской Федерации относится изношенность существующих газопроводов. С учетом срока службы стальных газопроводов в настоящее время необходимо принимать решения по их реконструкции и замене.

Результаты анализа уровня газификации по федеральным округам РФ [5] приведены в табл. 1.

Таблица 1

Уровень газификации по федеральным округам РФ

Федеральный округ	Уровень газификации, %
Центральный федеральный округ	87,01
Северо-Западный федеральный округ	65,2
Южный федеральный округ	78,19
Северо-Кавказский федеральный округ	92,05
Приволжский федеральный округ	81,83
Уральский федеральный округ	68,46
Сибирский федеральный округ	11,64
Дальневосточный федеральный округ	65,11

Темпы роста газификации в стране устойчивые. Но можно заметить, что во многих федеральных округах уровень газификации является достаточно низким.

Некоторые причины отсутствия газификации в населенных пунктах: – транспортировка СПГ и СУГ на большие расстояния (от 2500 км) обходится значительно дешевле по сравнению с трубопроводным газом [8, 9]; – подключение газа к дому – достаточно дорогостоящий проект, в том числе существуют монопольно высокие цены на услуги по подключению к централизованному газоснабжению [10]; – возникающие предложения запретить использование газа в многоквартирных домах, заменив газовые плиты на электрические, мотивируемые тем, что много народа гибнет от взрывов бытового газа [11]. Кроме того, к одной из проблем газовой отрасли в РФ относится изношенность существующих газопроводов.

В табл. 2 приведены данные по сроку эксплуатации газопроводов в целом по стране.

Из табл. 2 видно, что многие газопроводы являются старыми и нуждаются в замене. Несмотря на то, что большая их часть проложена менее 30 лет назад, тем не

менее, есть и старые, и их немало. Газопроводов возрастом от 50 до 60 лет в РФ около 4350 км, а от 40 до 50 лет еще больше – 21 521 км. Такие газопроводы представляют угрозы экологического и социального характера для районов их прохождения.

Таблица 2

Данные по сроку эксплуатации газопроводов в целом по стране

Срок эксплуатации	Протяженность подземных стальных газопроводов, тыс. км
До 15 лет	24,170
От 15 до 30 лет	32,492
От 30 до 35 лет	11,295
От 35 до 39 лет	8,959
39 лет	2,633
40 лет	2,585
От 41 до 50 лет	18,448
От 50 до 60 лет	4,053
Свыше 60 лет	0,132

Основным центром добычи природного газа для города Братска является Братское газоконденсатное месторождение (далее – Братское ГКМ), запасы природного газа которого составляют 10,7 млрд м³. Подача природного газа с Братского ГКМ, расположенного на правом берегу Братского водохранилища, осуществляется с ноября 2009 года после ввода в эксплуатацию магистрального газопровода «Братское ГКМ – город Братск» протяженностью 26 км и газораспределительной станции «Осиновка». В последующие годы в ходе реализаций мероприятий по газификации на территории Правобережного района города Братска введены в эксплуатацию газораспределительные сети низкого и высокого давления, протяженностью 99,94 км, в том числе за счет бюджетных средств – 47,14 км, силами Общества с ограниченной ответственностью «Газпром газораспределение Томск» – 52,8 км. К 2 378 домовладениям подведены сети газораспределения, из них газифицировано 756 домовладений, в том числе 405 домовладений газифицировано за счет предоставления субсидий юридическим лицам, индивидуальным. Далее газификация города продолжается по поручению Президента Российской Федерации коммерческими структурами «Газпрома». На данный момент Общество с ограниченной ответственностью «Газпром газораспределение Томск» выполняет проектирование газораспределительных сетей по переходу газопроводов с Правобережного и Падунского районов на Центральный район города с переходом через реку Ангара. После строительства газопровода будет обеспечена техническая возможность подключения к газораспределительным сетям более семи тысяч домовладений в Центральном районе города.

За 2020÷2024 годы в рамках муниципальной программы города Братска «Газификация» приобретено:

1) 70 городских автобусов, использующих природный газ в качестве моторного топлива, из них 8 автобусов малой вместимости, 26 автобусов средней вместимости и 36 автобусов большей вместимости (для Муниципального унитарного предприятия «Центральное автотранспортное предприятие» муниципального образования города Братска);

2) 15 единиц спецтехники, использующей природный газ в качестве моторного топлива для нужд жилищно-коммунального хозяйства (для Муниципального бюджетного учреждения «Дорожная служба города Братска» муниципального обра-

зования города Братска, Муниципального унитарного предприятия «Братский водоканал» муниципального образования города Братска).

Администрацией города Братска проводится работа по подготовке населения к использованию газа в соответствии с межрегиональными и региональными программами газификации жилищно-коммунального хозяйства, промышленных и иных организаций. Организацией переоборудования автомобильного транспорта на газомоторное топливо на территории города Братска занимаются Общество с ограниченной ответственностью «Ангара» и Индивидуальные предприниматели. На территории Иркутской области действует региональная программа газификации жилищно-коммунального хозяйства, промышленных и иных организаций Иркутской области на 2024-2033 годы, утвержденная постановлением Правительства Иркутской области от 24.10.2023 № 932-пп, а также государственная программа Иркутской области «Развитие жилищно-коммунального хозяйства и повышение энергоэффективности Иркутской области», утвержденная постановлением Правительства Иркутской области от 13.11.2023 № 1022-пп.

Существующая газораспределительная система города представлена газопроводами высокого и низкого давления только в правобережном районе города, однако в левобережной части расположено больше индивидуальных жилых домов, в том числе с печным отоплением. При строительстве магистрального газопровода с переходом через реку Ангару на левобережную часть будет обеспечена техническая возможность подключения к газу порядка 7150 перспективных потребителей, что позволит: – бесперебойно снабдить город Братск природным газом, отвечающим требованиям существующих нормативов качества; – улучшить жилищные условия и качество жилищного фонда, удовлетворить потребности потребителей; – обеспечить экологическую безопасную среду города Братска, снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух; – увеличить количество планируемых к строительству жилых районов частной малоэтажной застройки; – развить инженерную инфраструктуру.

Кроме того, левобережная часть города, включающая в себя Центральный и Падунский районы, имеет значительное количество крупных промышленных объектов перспективного газопотребления: – ТЭЦ-7 ПАО «Иркутскэнерго»; – ТЭЦ-6 ПАО «Иркутскэнерго»; – целлюлозно-картонный завод ОАО «Группа «Илим» в Братске»; – алюминиевый завод ПАО «РУСАЛ Братск»; – отопительные котельные.

Перевод вышеуказанных предприятий позволит значительно улучшить экологический эффект в городе Братске.

Литература

1. Айзинова И.М. Благоустройство жилищного фонда и проблемы водоснабжения российских регионов // Научные труды: Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН. – 2020. – Т. 12. – 297–325 с.
2. Андреев П.С. Преимущества и перспективы расширения экспорта сжиженного природного газа из России в страны АТР // Азиатско-Тихоокеанский регион: Экономика, политика, право. – 2018. – № 2 (35). – 47–55 с.
3. Beloglazova T.N., Razmashkin D.S. The economic comparison of variants for liquefied petroleum gases transportation to the murmansk region // Modern Science. – 2020. – № 4-1. – 76-80 с.
4. Газификация регионов России. – URL: <http://www.gaz-prom.ru/about/production/gasification/> (дата обращения 24.03.2025 г.).
5. Гавриченко Е.В., Пунюшкина Н.В. Проблемы привлечения инвестиций в газификацию владимирской области // Вестник Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Серия: Экономические науки. – 2016. – № 4 (10). – 31–39 с.

6. Ионин А.А. Газоснабжение: учебник для высш. учеб. завед. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2021. – 439 с.
7. Из истории газификации в России / Е.И. Демидова [и др.] // Научный журнал Российского газового общества. – 2019. – № 3. – 61-68 с.
8. OPEC Annual Statistical Bulletin 2015. – URL: https://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/ASB2015.pdf/ (дата обращения 04.04.2025 г).
9. Справочник по газоснабжению и использованию газа / Н.Л. Стасевич, Г.Н. Северинец, Д.Я. Вигродчик. – Л.: Недра (Ленингр. отд-ние), 2023. – 761 с.
10. Спектор Н.Ю., Саркисов А.С. Анализ газификации Российской Федерации // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2019. – № 5. – 25–29 с.

The current state of the gasification level of the Russian Federation, including the city of Bratsk, Irkutsk region

S.Y. Panchuk^a, S.A. Belykh^b

Bratsk State University, 40 Makarenko str., Bratsk, Russia

^akvadratik10@rambler.ru, ^bkafedra.smit@mail.ru

Keywords: natural gas, gas supply, gas pipeline, main gas pipelines, gas distribution network.

Natural gas is a highly efficient energy carrier and has a number of advantages over other fuels and raw materials. It is non-toxic, has high thermal conductivity, and is easier to extract and use than other fuels. In the middle of the last century, the active gasification of cities began. The article provides information from the history of Russian gasification and the city of Bratsk. The analysis of the gasification level in the city of Bratsk is presented. The conditions for the priority allocation of investments for the gasification of the region are: the absence of debts for the payment of current gas supplies; repayment of debts of previous years; the economic efficiency of the proposed facilities; loading of gas pipelines and gas distribution stations; the willingness of consumers to receive gas. In addition, one of the problems of the Russian gas industry is the deterioration of existing gas pipelines. Taking into account the service life of steel gas pipelines, it is currently necessary to make decisions on their reconstruction and replacement. According to estimates of reliability of gas supply.

УДК 69.001.5

Пассивный дом: понятие, опыт, перспективы

П.Б. Рязанов^a, Е.А. Видищева^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^aryazanov27@gmail.com, ^bchevskay_e@mail.ru

Ключевые слова: энергопотребление; технологии, энергоэффективность; пассивный дом; энергоресурсы.

В статье рассматривается концепция пассивного дома как одного из наиболее перспективных направлений в области устойчивого и энергоэффективного

строительства. Рассмотрены архитектурные и инженерные решения зданий, направленные на снижение теплопотерь, активное использование возобновляемых источников энергии и обеспечение комфортных условий проживания при минимальном уровне энергопотребления. Приведен российский и международный опыт возведения и эксплуатации пассивных домов. Отмечена актуальность развития подобных технологий в свете роста стоимости энергоресурсов и глобальных климатических изменений. Определены возможные векторы развития пассивного домостроения в России.

В условиях глобального изменения климата, истощения природных ресурсов и роста энергопотребления вопросы энергоэффективности и экологической устойчивости становятся достаточно значимыми для современного общества. Одним из наиболее перспективных направлений в строительстве является концепция «пассивного дома», представляющая собой передовой подход к архитектурному проектированию и строительству, основанный на строгих принципах энергоэффективности и рационального использования природных ресурсов. Актуальность внедрения пассивных домов объясняется не только экологическими вызовами, но и рядом экономических факторов: рост цен на электричество и тепло, повышение эксплуатационных затрат на жилье и др. Опыт европейских и скандинавских стран показывает, что задача повышения энергоэффективности зданий вполне реализуема. Пассивные дома не только снижают нагрузку на окружающую среду, но и обеспечивают комфортные условия проживания при значительной экономии финансовых ресурсов.

Пассивный дом (нем. Passivhaus, англ. passive house) – это здание, разработанное с целью минимизации энергопотребления за счет использования природных и технологических решений. Концепция пассивного дома была разработана в конце 1980-х годов шведским исследователем Бо Адамсоном и немецким физиком Вольфгангом Файстом в ответ на растущие экологические и экономические вызовы, связанные с высоким энергопотреблением зданий. Их целью было создание архитектурного решения, которое обеспечивало бы комфортный микроклимат при минимальном использовании традиционных источников энергии. В 1996 году был основан Институт Пассивного дома в Дармштадте, Германия, который стандартизировал технологические решения и установил строгие критерии для проектирования энергоэффективных зданий [9].

В настоящее время пассивные дома строятся не только в качестве жилых зданий, но и используются для строительства школ, детских садов, офисных центров, магазинов и даже религиозных сооружений. Помимо возведения новых зданий, в Европе активно реализуются программы реконструкции старого жилого фонда с применением технологий пассивного дома, что позволяет значительно сократить энергопотребление существующих зданий. Для обеспечения высокой энергоэффективности пассивные дома проектируются с учетом ряда фундаментальных принципов, направленных на минимизацию теплопотерь и оптимальное использование природных ресурсов (рис. 1) [1].

Следование данным принципам обеспечивает значительное снижение потребления ресурсов, что делает пассивные дома экономически выгодными не только на текущий момент, но и в долгосрочной перспективе. На рис. 2 представлена принципиальная схема пассивного дома в разрезе, иллюстрирующая основные принципы его функционирования.

Пассивный дом способен функционировать практически без традиционной системы отопления, используя тепло от бытовых приборов, солнечного излучения и

жизнедеятельности жильцов. Такой подход позволяет не только сократить эксплуатационные расходы, но и значительно уменьшить выбросы парниковых газов, что делает пассивные дома важной частью стратегии устойчивого развития в строительной отрасли. Согласно исследованиям, пассивные дома потребляют на 90% меньше энергии по сравнению с традиционными зданиями [3]. В табл. 1 представлены сравнительные данные потребления электроэнергии (в кВтч/м² в год) для трех типов домов: старого фонда, современного и пассивных домов [10].



Рис. 1. Основные принципы пассивного дома

Первый сертифицированный пассивный дом был построен в Дармштадте, Германия, в 1991 году при поддержке земельного правительства Гессена [2]. С тех пор концепция пассивного строительства получила широкое распространение по всему миру. Наиболее активно такие дома строятся в Германии, Австрии, Швеции, Норвегии, Канаде и США. На рис. 4 представлен пример подобного сооружения – пассивный жилой дом для одной семьи, получивший сертификат по стандарту LEED Platinum.

Он был построен на южном склоне горы Мон-Гейл в канадском городе Бромон, провинция Квебек. Дом находится на открытой местности, примыкающей к охраняемому лесному массиву, занимая участок площадью 2,5 сотки. Архитектурная планировка здания ориентирована строго на юг, что позволяет максимально использовать солнечную энергию для пассивного обогрева, а также открывает панорамный обзор на долину.

Многие страны ввели налоговые льготы и программы государственной поддержки для стимулирования строительства энергоэффективных домов. В странах ЕС действуют строгие экологические регламенты, так согласно Директиве энергетических показателей в строительстве «Energy Performance of Buildings Directive», принятой странами Евросоюза в декабре 2009 года, после 31 декабря 2019 г. всё новое строительство в Европе должно соответствовать стандартам nearly Zero Energy Buildings (nZEB), фактически являясь аналогом пассивных домов [5].

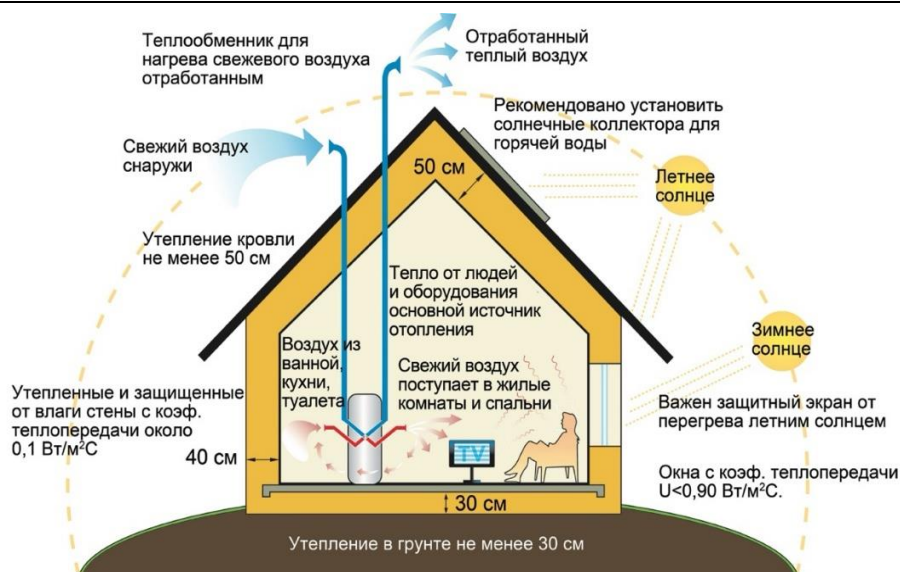


Рис. 2. Схема функционирования «Пассивного дома» [3]

Таблица 1

Потребление электроэнергии в разных типах домов

Тип здания	Отопление (кВтч/м²·год)	Горячая вода (кВтч/м²·год)	Электроприборы (кВтч/м²·год)	Общее потребление (кВтч/м²·год)
Старый фонд	150÷300	~30	~25	205÷355
Современный стандарт	≤ 70	~25	~20	115÷150
Пассивный дом	≤ 15	~15	~20	≤ 50



Рис. 4. Пассивный жилой дом, сертифицированный по стандарту LEED Platinum, в г. Бромон

В России интерес к технологии пассивных домов неумолимо растет, что связано с необходимостью повышения энергоэффективности жилищного фонда в целом. По всей стране экспериментально реализуются проекты энергоэффективных домов, направленные на адаптацию стандартов Passivhaus к российским климатиче-

ским условиям. В 2002 году в московском микрорайоне Никулино-2 под научным руководством доктора технических наук, член-корреспондента РААСН Ю.А. Табунщикова и под общим руководством доктора технических наук, генерал-лейтенанта В.Ф. Аистова был построен первый жилой дом с применением комплекса энергосберегающих решений [4]. В здании были установлены тепловые насосы, использующие тепло грунта и вытяжного воздуха, внедрена система поквартирного учета тепла, а также применены высокоэффективные теплоизоляционные материалы. На рис. 5 продемонстрированы общий внешний вид и часть инженерного оборудования этого дома.



Рис. 5. Энергоэффективный многоквартирный дом в Никулино-2 [8]

Первым официально сертифицированным по всем европейским стандартам «пассивным домом» в России стал совместный проект компании ГК «Мосстрой-31» с немецкими специалистами и архитекторами из института Passivhaus построенный в Москве, в районе Южное Бутово, в 2011 году. Двухэтажный дом имеет площадь 246 кв. м, построен по технологии несъемной опалубки из пенополистирола. Оконные рамы имеют сэндвич-конструкцию: дерево-полиуретан-дерево. Дополнительное наружное утепление позволяет почти полностью устранить негативное влияние мостиков холода. В доме есть индивидуальный тепловой пункт и тепловые насосы, система рекуперации воздуха, солнечный коллектор и солнечные батареи, энергоэффективные стеклопакеты для окон, энергосберегающие лампы и датчики движения. Удельный расход тепловой энергии на отопление составляет 24 кВтч/м² в год [7].

Другим успешным примером является пассивный дом в селе Шава Кстовского района Нижегородской области. Двухэтажное здание площадью 162,52 м² построено на основе деревянного каркаса с минеральной теплоизоляцией. В нем установлены энергоэффективные окна с изоляционными вставками, система вентиляции с рекуперацией и грунтовый теплообменник. Энергопотребление на отопление не превышает 36 кВтч/м² в год, что демонстрирует эффективность технологии даже в условиях умеренно-холодного климата [8].

Технологии строительства пассивных домов получили распространение и на территории Сибирского федерального округа. Согласно имеющимся оценкам, в данном регионе реализовано не менее 18 проектов энергоэффективного домостроения (табл. 2 [6]).

Таблица 2

Пассивные дома на территории Сибирского Федерального округа

Регион	Количество возведенных домов
Алтайский край (энергоэффективный квартал)	6
Иркутская область (г. Ангарск)	2
Кемеровская область (г. Салаир)	2
Красноярский край (г. Дивногорск)	1
Новосибирская область (р.п. Маслянино)	1
Омская область (р.п. Русская Поляна)	1
Республика Хакасия (с. Белый Яр)	1
Республика Тыва	4

Перспективы развития пассивных домов связаны с дальнейшим совершенствованием технологий, снижением стоимости строительства, популяризацией экологического подхода к жилью и др. факторами (табл. 3). В условиях ужесточения экологических норм и роста цен на энергоносители пассивные дома могут стать стандартом в строительстве.

Таблица 3

Основные перспективы развития пассивных домов

Направление	Описание
Развитие теплоизоляционных материалов	Создание и внедрение инновационных утеплителей с ультранизкой теплопроводностью (аэрогели, вакуумные панели, биополимерные материалы).
Интеллектуализация энергоменеджмента	Использование интеллектуальных систем с применением машинного обучения для автоматического и адаптивного контроля микроклимата.
Альтернативная энергетика	Широкое применение возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и водородная энергетика, а также эффективных систем накопления энергии.
Автоматизация проектирования	Использование BIM-технологий и цифровых двойников для оптимизации архитектурных и инженерных решений, повышения точности расчётов и ускорения проектирования.
Государственная поддержка	Введение льгот, субсидий и стимулирующих мер со стороны государства для ускорения распространения пассивного строительства.

Таким образом, пассивный дом является одной из наиболее перспективных концепций энергоэффективного строительства, позволяя достичь значительного сокращения энергопотребления при сохранении высокого уровня комфорта для жильцов. Научные исследования и успешные практические примеры подтверждают, что данная технология не только снижает эксплуатационные расходы, но и способствует уменьшению воздействия на окружающую среду.

Пассивный дом представляет собой не только технически обоснованное, но и экономически целесообразное решение для устойчивого развития строительства.

Литература

1. Абитов А.М. «Пассивный дом» – что это такое / А.М. Абитов, М.А. Атаев // Символ науки. – 2016. – № 3-3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/passivnyy-dom-chto-eto-takoe/> (дата обращения: 19.03.2025).

2. Березина А.А. Энергоэффективный пассивный дом: технологии проектирования, строительство и особенности / А. А. Березина, С. А. Гусева // Студенческий научный форум. – 2017. – URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017034250/> (дата обращения: 14.03.2025).
3. Блинова А.И. Пассивный дом как способ энергосбережения / А.И. Блинова, А.М. Лелюхин // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3-1. – URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=14820/> (дата обращения: 14.03.2025).
4. Васильев Г.П. О применении энергоэффективных технологий в строительстве [Электронный ресурс] / Г.П. Васильев // АВОК: официальный сайт. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=1596/ (дата обращения: 10.03.2025).
5. European Commission – Energy. Nearly zero-energy and zero-emission buildings // European Commission. – URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/nearly-zero-energy-and-zero-emission-buildings_en/ (дата обращения: 14.03.2025).
6. Курилова Ю. Д. Технология "пассивный дом" в ряду других энергоэффективных технологий строительства и опыт применения в России и Сибирском федеральном округе / Ю.Д. Курилова // Наука, образование и культура. – 2016. – №8 (11). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-passivnyy-dom-v-ryadu-drugih-energoeffektivnyh-tehnologiy-stroitelstva-i-opyt-primeneniya-v-rossii-i-sibirskom-federalnom/> (дата обращения: 19.03.2025).
7. Описание и параметры дома с малым энергопотреблением, возводимого компанией «Мосстрой-31» по стандартам европейского института "Passiv Haus" // МС31: официальный сайт. – URL: <https://ms31.ru/stroitelstvo/individualnoe-stroitelstvo.php/> (дата обращения: 10.03.2025).
8. Пассивный дом в активе // СтройГаз. – URL: <https://stroygaz.ru/expert/technologies/passivnyy-dom-v-aktive/> (дата обращения: 20.03.2025).
9. Цветкова Т. И. Пассивный жилой дом: учебно-методическое пособие / Т.И. Цветкова; Инженерная школа ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2019. – 43 с.
10. Энергоэффективный дом // Extxe.com. – URL: <https://extxe.com/6582/jenergojeffektivnyj-dom/> (дата обращения: 15.03.2025).

Passive house: concept, practice, prospects

P.B. Ryazanov^a, E.A. Vidischeva^b

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^aryazanov27@gmail.com, ^bchevskay_e@mail.ru

Keywords: energy consumption; technologies; energy efficiency; passive house; energy resources.

The article deals with the concept of passive house as one of the most promising trends in the field of sustainable and energy-efficient construction. The article considers architectural and engineering solutions of buildings aimed at reducing heat losses, active use of renewable energy sources and providing comfortable living conditions at a minimum level of energy consumption. Russian and international experience in the construction and operation of passive houses is presented. The relevance of the development of such technologies in the light of rising costs of energy resources and global climate change is emphasized. Possible vectors of passive house construction development in Russia are identified.

Развитие контроля качества в строительстве

Н.А. Свергунова^а, Ю.С. Свергунова

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аaniva_77@mail.ru

Ключевые слова: строительство, цифровизация, контроль качества.

В статье рассматривается необходимость комплексного подхода к цифровизации контроля качества для повышения конкурентоспособности строительной отрасли, снижения затрат, сокращения сроков строительства и обеспечения большей безопасности. Отмечено, что неполное использование цифровизации лишает строительную отрасль возможности значительно повысить качество строительства, сократить сроки и снизить затраты. Затронуты вопросы развития цифровых технологий, которые позволят инженерам и рабочим видеть информацию о качестве прямо на строительной площадке, накладывая цифровые данные на реальное изображение. Сделан вывод о том, что развитие цифровых технологий приведет к повышению конкурентоспособности строительной отрасли и созданию более качественной и надежной инфраструктуры.

Современная строительная индустрия сталкивается с вызовами, связанными с контролем качества: ошибки проектирования, некачественные материалы, несоблюдение технологий, человеческий фактор – все это может привести к дефектам, увеличению сроков и к повышению стоимости строительства. В эпоху цифровизации, решение этих проблем лежит в грамотном внедрении и эффективном использовании цифровых технологий для контроля качества.

Несмотря на то, что цифровые технологии все активнее проникают в строительную отрасль, их потенциал для контроля качества используется далеко не полностью. Часто цифровизация ограничивается лишь внедрением BIM-моделирования на этапе проектирования, в то время как этапы строительства и эксплуатации остаются вне зоны цифрового контроля [2]. В результате, можно столкнуться со следующими проблемами:

- фрагментация данных. Информация о качестве разрознена и хранится в различных форматах (например, в журналах, электронных таблицах), что затрудняет ее анализ;
- опаздывающая обратная связь. Выявление дефектов происходит на поздних стадиях строительства, когда исправление обходится значительно дороже и занимает больше времени;
- недостаточный контроль за соблюдением технологий. Отсутствие оперативного контроля за соблюдением технологических процессов на строительной площадке приводит к отклонениям от проектных параметров и снижению качества;
- ограниченная возможность прогнозирования. Отсутствие комплексной аналитики данных о качестве не позволяет прогнозировать возможные дефекты и принимать превентивные меры.

Таким образом, неполное использование цифровизации лишает строительную отрасль возможности значительно повысить качество строительства, сократить сроки и снизить затраты.

Для преодоления таких проблем и раскрытия полного потенциала цифровых технологий в контроле качества необходимо разработать и совершенствовать комплексные цифровые инструменты, которые охватывали бы все этапы жизненного цикла строительного объекта. К этим инструментам можно отнести мобильные приложения, позволяющие фиксировать данные о качестве. Приложения должны поддерживать возможность фото- и видеофиксации, заполнение чек-листов, внесение данных о материалах и выполненных работах, а также интеграцию с BIM-моделями. Централизованное хранение и обработка данных, в частности применение облачных платформ позволит обеспечить доступ к информации в режиме реального времени, повысить безопасность данных, упростить интеграцию с другими системами.

В качестве примера, можно рассмотреть контроль качества бетона [1]. Традиционно, контроль качества бетона на строительной площадке сводится к визуальному осмотру, проверке соответствия марки и отбору проб для испытаний на прочность. Этот процесс трудоемок, подвержен человеческому фактору и дает информацию о качестве только после затвердевания бетона. Цифровые технологии могут предложить более эффективный подход. На этапе поставки и приемки: приложение позволит зафиксировать время прибытия, температуру бетона, а также провести экспресс-тест с использованием портативного цифрового прибора для определения подвижности смеси. Данные автоматически загрузятся в облачную платформу и сопоставятся с требованиями проекта.

На этапе заливки бетонной смеси: камеры, установленные на строительной площадке, проанализируют процесс заливки бетона, выявляя возможные дефекты. В случае обнаружения дефекта система отправит уведомление инженеру для принятия мер.

Таким образом, развитие цифровых технологий позволит инженерам и рабочим видеть информацию о качестве прямо на строительной площадке, накладывая цифровые данные на реальное изображение. В итоге, это приведет к повышению конкурентоспособности строительной отрасли и созданию более качественной и надежной инфраструктуры.

Литература:

1. БЕТОНЫ. Правила контроля и оценки прочности. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164028/> (дата обращения 04.04.2025).
2. Развитие цифровой среды: вызовы и перспективы. – URL: <https://www.sviaz-expo.ru/ru/articles/24002/> (дата обращения 29.03.2025).

Development of quality control in construction

N.A. Svergunova^a, Y.S. Svergunova

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^aaniva_77@mail.ru

Keywords: construction, digitalization, quality control.

The article discusses the need for an integrated approach to digitalization of quality control to increase the competitiveness of the construction industry, reduce costs, shorten construction time and ensure greater safety. It has been noted that the incomplete use of digitalization deprives the construction industry of the opportunity to significantly improve construction quality, reduce timelines and reduce costs. Affected are the development of digital technologies that will allow engineers and workers to see quality information di-

rectly on the construction site, overlaying the digital data on the real image. It is concluded that the development of digital technologies will lead to an increase in the competitiveness of the construction industry and the creation of higher quality and reliable infrastructure.

УДК 625

Опыт Иркутской области в строительстве безопасных и качественных дорог

Н.А. Свергунова^a, А.В. Хилько

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^a aniva_77@mail.ru

Ключевые слова: дорожное строительство, автомобильные дороги, асфальтобетон, асфальтобетонные заводы.

В статье рассматриваются современные асфальтобетонные технологии, применяемые в дорожном строительстве Иркутской области в рамках реализации национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги». Анализируются инновационные подходы к производству и укладке асфальтобетонных смесей. Подчеркивается роль этих технологий в повышении качества дорожной инфраструктуры и обеспечении ее долговечности. Отмечено, что асфальтобетон является одним из самых популярных материалов для укладки дорожного полотна и модернизация асфальтобетона и асфальтобетонной смеси по составу и характеристикам является актуальной и по сей день. Затронуты вопросы различных технологий производства, которые позволяют модернизировать асфальтобетонную смесь под особенности каждого региона.

Дорожное строительство играет большую роль в развитии экономики и инфраструктуры любой страны. Построенные трассы и дороги обеспечивают связь между населенными пунктами, развитию торговли, туризма, укреплению культурных связей, а также облегчают транспортировку товаров, минимизируют время в пути и повышают безопасность.

В настоящее время на автомобильные дороги существенно выросла нагрузка, а также возникла потребность расширить объемы дорожного строительства. Для строительства автомобильных дорог с твердым покрытием применяются различные современные технологии, отличающиеся применяемыми материалами, среди которых наибольшую популярность имеет асфальтобетон.

Асфальтобетон представляет собой смесь щебня с битумным вяжущим, укладываемый по трем методам:

1. Холодный метод представляет собой насыпь подготовленного состава на основание, покрытое слоем битума. Материал равномерно распределяют до толщины 50 мм, уплотняют вручную трамбовкой или вибрирующей плитой. Холодные смеси подразделяют на крупнозернистые, мелкозернистые и песчаные. Крупнозернистый асфальтобетон применяют для устройства нижнего слоя покрытия – шероховатая и пористая поверхность обеспечивает хорошее сцепление с верхним слоем. Мелкозернистый асфальтобетон применяют для устройства верхнего слоя или однослойного покрытия. Песчаный асфальтобетон применяют для устройства верхнего слоя покрытия на дорогах со средней интенсивностью движения.

2. Горячий метод представляет собой укладку предварительно смешанных компонентов и нагретых до температуры 120 °С на основание. Производят уплотнение и трамбовку слоев. Горячие смеси в зависимости от наибольшего размера зерен минеральных материалов подразделяют на крупнозернистые с зернами размером до 40 мм; мелкозернистые с зернами размером до 20 мм; песчаные – с зернами размером до 5 мм.

3. Литой метод представляет собой укладку смеси, в составе которой применяется тугоплавкий битум, разогретый до 240 °С. Для равномерного распределения смеси используется асфальтоукладчик. Битум отвечает за вязкость смеси, поэтому уплотнение смеси при строительстве не требуется. Резиноподобное поведение литого покрытия способно гасить колебания, что позволяет использовать материал для мостового покрытия. Данная технология имеет большие финансовые затраты, поэтому используется точно [2].

Качественная укладка асфальтобетонной смеси требует неукоснительного соблюдения технологии. Соблюдение состава дорожного покрытия является также обязательным условием качественного покрытия.

Современная дорога начинается с грунтового основания, которая берет на себя основную нагрузку с верхних слоев. Первый шаг при строительстве дороги или трассы – сооружение выемки в земле. Грунт уплотняют тяжелой техникой и выравнивают. Следующим шагом является укладка дренирующего слоя (геотекстиль, песок или щебень крупной фракции) для выявления из тела дороги дождевую воду. Если в основании находится щебень, то следующим шагом будет его расклиновка, то есть заполнение пустот материалом более мелкой фракции. Сначала укладывается щебень крупной или средней фракции, после – щебень мелкой фракции. Последним шагом будет являться укладка асфальтобетона.

Иркутская область с 2019 года присоединилась к реализации национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», благодаря которому повысился спрос на качественные асфальтобетонные смеси за счет модернизации производства, оборудования и технологий укладки.

При производстве асфальтобетонных смесей на территории Иркутской области активно применяются недорогие и эффективные технологии устройства автодорожного полотна. Многие асфальтобетонные заводы применяют такие технологии, как устройство покрытия из органоминеральных смесей, тонких шероховатых слоев из открытых битумно-минеральных смесей, а также используют методы укладки теплых, горячих и холодных смесей [1].

К примеру, асфальтобетонный завод ОАО «Труд» использует метод применения теплого асфальтобетона с использованием вспененного битума, который получается в смесителе путем подачи минерального порошка или гидролизного лигнина. Данный метод использовался на трассе Р-255 «Сибирь». Преимуществами теплого асфальтобетона являются экономия энергоресурсов, снижение выбросов загрязняющих веществ, менее интенсивное старение вяжущего и возможность укладки смеси при пониженных температурах.

Компания «Новые Технологии Асфальта – NovTecAs» использует метод холодного асфальтобетона по технологии «PermaPatch». Благодаря данной технологии осуществляется ямочный ремонт на влажном покрытии и в холодную погоду. Для приготовления асфальтобетона по технологии «PermaPatch», необходим щебень фракции 2-6 мм из изверженных пород типа гранит или осадочных пород прочностью 1000-1400 кг/см², первой группы лещадности.

Асфальтобетонный завод МУП «ИркутскАвтодор» специализируется на методе горячего асфальтобетона и предлагает асфальтобетонные смеси типов Б и В марки П для верхних слоев покрытий, Г для верхних слоев покрытий, пористая мелкозернистая марки І для нижних слоев покрытий, мелкозернистая щебеночная марка І для нижних слоев покрытий.

Асфальтобетонный завод «Шелеховский АБЗ», как и завод «ИркутскАвтодор», специализируется на производстве горячего асфальтобетона с различными добавками, предлагаемыми кафедрой автомобильных дорог Иркутского Национального исследовательского технического университета.

Также в Иркутске, в ближайшие несколько лет, планируют наладить производство модификатора асфальтобетона по технологии компании «РОСНАНО» – «Новые технологии строительства» («НТС»). Предполагается создание предприятия, которое позволит обеспечить спрос на резиновую крошку в асфальтобетонной смеси.

В результате проведенных исследований, можно отметить, что:

1. Асфальтобетон является одним из самых популярных материалов для укладки дорожного полотна. Модернизация асфальтобетона и асфальтобетонной смеси по составу и характеристикам является актуальной и по сей день. Различные технологии производства позволяют модернизировать асфальтобетонную смесь под особенности каждого региона.

2. Современное отечественное производство асфальтобетона не отстает от производства зарубежных стран. Ученые создают новые технологии производства, в лабораторных условиях тестируют различные добавки из отходов производства.

3. Самые востребованные методы производства асфальтобетонной смеси на территории Иркутской области – теплый асфальтобетон производства завода ОАО «Труд», холодный асфальтобетон производства компании «Новые Технологии Асфальта – NovTecAs» по технологии «PermaPatch» и горячий асфальтобетон производства завода МУП «ИркутскАвтодор».

4. В Иркутске предполагается создание предприятия, которое позволит обеспечить спрос на резиновую крошку из старых автопокрышек в асфальтобетонной смеси. Данная технология пока еще не реализована в Иркутской области, что позволяет провести теоретические исследования по этой теме и обосновать инвестиции в асфальтобетон с применением отходов производства.

Литература

1. Калгин Ю.И. Технология и организация строительства автомобильных дорог: учебное пособие / Ю.И. Калгин, Н.И., Паневин, Е.Б., Строкин. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2011. – 90 с. – ISBN 978-5-89040-364-3.
2. Одинаев Р.К. Технология строительства асфальтобетонных покрытий / Р.К. Одинаев // Экономика и социум. – 2022. – № 4. – С. 245–248.

Experience of the Irkutsk region in the construction of safe and high-quality roads

N.A. Svergunova^a, A.V. Khilko

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^aaniva_77@mail.ru

Keywords: road construction, highways, asphalt concrete, asphalt concrete plants.

The article examines modern asphalt concrete technologies used in road construction in the Irkutsk region as part of the national project «Safe and High-Quality Highways». Innovative approaches to the production and laying of asphalt concrete mixtures are analyzed. The role of these technologies in improving the quality of road infrastructure and ensuring its durability is emphasized. It has been noted that asphalt concrete is one of the most popular materials for laying road surface and the modernization of asphalt concrete and asphalt concrete mixture in terms of composition and characteristics is relevant even today. The issues of various production technologies, which allow to modernize the asphalt concrete mixture according to the peculiarities of each region, are discussed.

УДК 691.4,338.45

Выбор и обоснование основного технологического оборудования для производства безобжигового облегченного зольного гравия

О.В. Скокова^а, Д.Д. Коноплева

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аolga-skokova@mail.ru

Ключевые слова: облегченный безобжиговый зольный гравий, целлюлоза, микрокремнезем, реакционная способность, макулатура, экологичность.

В данной статье изучен опыт производства и использования безобжигового зольного гравия в строительстве. Разработана технология производства облегченного безобжигового зольного гравия, подобран оптимальный состав сырьевой смеси и заданы основные параметры технологического процесса. Определены основные физико-механические свойства материала, полученного в лабораторных условиях. Затронуты вопросы технологии, где выбрана безобжиговая технология производства, которая характеризуется экономией топливно-экономических ресурсов. Отмечено, что расход топлива по безобжиговой технологии значительно меньше, чем при производстве обжигового зольного гравия.

Основное направление в развитии производства искусственных пористых заполнителей в широком использовании промышленных отходов и, в первую очередь, – зол и шлаков ТЭС (ТЭЦ), отходов обогащения металлургического, химического и других производств. Развитие промышленного производства пористых заполнителей из зол ТЭС в районах расположения их сырьевых ресурсов позволит значительно повысить экономическую эффективность в подотрасли и во многом, будет способствовать решению комплекса коренных проблем экономического использования природного сырья, сокращения выбросов промышленных отходов в отвалы, организации безотходных производств, возвращение в сельскохозяйственный оборот земель, занимаемых под отвалы; снижение стоимости конструкций и повышение эффективности строительства; рациональное использование и сокращение транспортных издержек на перевозку заполнителей на дальние расстояния [2].

На территории Российской Федерации ежегодно образуется более 20 млн т золошлаковых отходов (ЗШО). В Иркутской области за годы работы энергосистемы на золоотвалах ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго» накоплено около 80 млн т ЗШО (суммарный годовой выход около 1,7 млн т) [5].

Мировой опыт использования отходов сжигания угля указывает на то, что ЗШО являются эквивалентным сырьем для замены природных ресурсов в строительной промышленности. Золошлаковые материалы (ЗШМ) неограниченно используются как добавки, наполнители и заполнители при производстве широкого спектра строительных материалов: цемента, смешанных вяжущих, бетонов, строительных растворов, сухих строительных смесей и др.

Использование ЗШМ на местах их образования позволит снизить стоимость строительных материалов и утилизировать значительную долю побочных продуктов сжигания угля, исключив затраты на их размещение, хранение и последующую рекультивацию земель.

Одним из направлений использования ЗШМ ТЭЦ является производство зернистых материалов на основе техногенных отходов, в частности, безобжигового зольного гравия (БЗГ). БЗГ представляет собой искусственный заполнитель, получаемый в виде гранул из тонкомолотой, предварительно увлажненной сырьевой смеси из золы ТЭЦ и портландцемента с последующим твердением [6].

Многочисленные теоретические и практические исследования показали, что безобжиговый зольный гравий может использоваться в бетонах и строительных растворах в качестве замены природных каменных материалов, для сооружения дорожных насыпей. На основе зольных гранул возможно получение конструкционно-теплоизоляционных легких бетонов [6,8].

В условиях Сибири насущной проблемой является разработка эффективных теплоизоляционных материалов, в том числе легких зернистых, использование которых решает вопросы снижения плотности ограждающих конструкций из бетонов и их утеплителей, из местных отходов ТЭЦ.

Для Иркутской области известен небольшой опыт по производству отдельных партий безобжигового зольного гравия, однако свойства полученного материала не решают проблему повышенной плотности ограждающих конструкций.

Целью данной работы является исследование основных физико-механических свойств облегченного безобжигового зольного гравия (ОБЗГ) на основе топливных зол ОАО «Иркутскэнерго», а также обоснование технологических процессов производства.

Существующие технологии производства безобжигового зольного гравия позволяют получать гранулы с высокой плотностью. Для снижения насыпной плотности в состав сырьевой смеси вводят различные облегчающие добавки: древесные опилки, отходы пеностекла или газосиликата, вспученный перлитовый песок и др. Такая технология производства ОБЗГ характеризуется повышенным расходом цемента.

Основные задачи работы:

- выбор технологической схемы и способа производства облегченного безобжигового зольного гравия, позволяющего уменьшить плотность зольных гранул;
- определение основных параметров технологического процесса;
- определение основных физико-механических свойств облегченного безобжигового гравия;
- определение основного комплекта оборудования для производства безобжигового гравия.

Технология зольного гравия позволяет получать заполнитель, состоящий в основном из 60% гранул размером 10÷20 мм и около 30 % фракции 20÷40 мм. Основные показатели свойств зольного гравия по сравнению с аглопоритовым приведены в табл. 1.

Таблица 1

Качественная характеристика зольного гравия

Показатель	Зольный гравий фракций, мм		Аглопоритовый гравий фракций, мм		Безобжиговый зольный гравий фракции 5-30 мм
Насыпная плотность, кг/м ³	280	278	760	740	950
Плотность зерен, кг/м ³	415	435	1400	1320	1800
Водопоглощение за 48 ч по массе, %	17	13,8	17	18	7
Прочность в цилиндре, МПа	0,62	0,55	3,5	3	5

Производство облегченного безобжигового зольного гравия предусматривает гранулирование сырьевых материалов и включает определенные технологические операции.

Приготовление сырьевой смеси для оболочки включает операции: дозирование соответствующих компонентов (зола, цемента); промежуточное хранение в бункерах технологического запаса.

Для приготовления сырьевой смеси используются следующие компоненты: зола-унос ТЭЦ-6 ОАО «Иркутскэнерго», портландцемент, полистирол, натриевое жидкое стекло, вода. Сырьевые компоненты соответствуют требованиям нормативных документов для использования в строительных материалах (рис. 1).

Важными показателями качества золы являются ее дисперсность и гранулометрический состав. Дисперсность золы-уноса характеризуется обычно удельной поверхностью или значениями остатка на ситах при просеивании. Удельная поверхность зол-уноса (ЗУ) составляет от 100 до 400 м²/кг. Во многих случаях у зол она приближается к удельной поверхности цемента [10].

Сближение частичек сырьевой смеси оболочки и ядра в гранулы достигается в результате действия гравитационных, капиллярных и молекулярных сил, возникающих в смеси при увлажнении и скатывании ее на тарельчатом грануляторе.

Полученные гранулы с оболочкой выдерживаются в естественных условиях, а далее пропариваются в лабораторных пропарочных камерах при изотермической выдержке по режиму 1,5+3+1,5 ч.

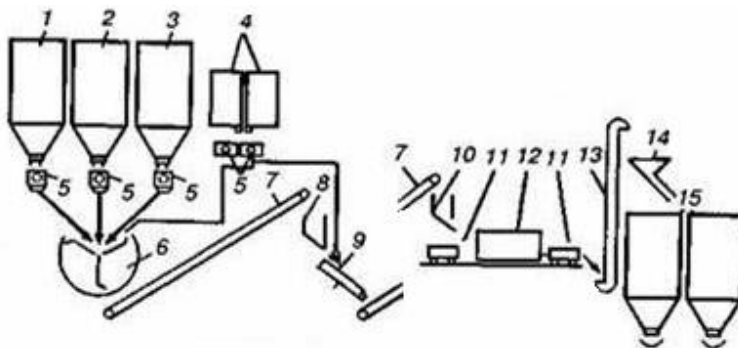


Рис. 1. Схема производства безобжигового облегченного зольного гравия:

1, 2, 3 – бункеры для пылевидной золы, песка, вяжущего; 4 – бак для воды и растворов добавок; 5 – дозаторы; 6 – смеситель; 7 – ленточный конвейер; 8 – промежуточный бункер смеси; 9 – тарельчатый гранулятор; 10 – бункер для сырцовых гранул; 11 – вагонетка с гранулами; 12 – агрегат для тепловой обработки гранул (сушило, пропарочная камера и автоклав); 13 – ковшовый элеватор; 14 – распределительная воронка; 15 – емкости для готового продукта

Таблица 2

Комплект основного оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Габариты, мм	Цена, руб./шт.	Вид
1	2	3	4	5	6
1	Приемочный бункер 1,8 куба [6]	3	1410×1410×2500	192 000	
2	Бак для воды и растворов [7]	2	1200×1000×1160	15 760	
3	Дозатор инертных материалов ДЗ-15 [8]	2	6100×2130×3460	520 000	
4	Скоростной универсальный смеситель ВЕКТОР 1000 [9]	1	2060×1060×2185	241 000	
5	Ленточный конвейер КЛС-300-6 [10]	2	6000×300	160 000	
6	Промежуточный бункер для инертных материалов РБ 3000 [11]	2	2400×1300×2080	237 290	

1	2	3	4	5	6
7	Тарельчатый гранулятор ГТ-0,6 [12]	1	1300×950×1150	575 280	
8	Пропарочная камера [13]	4	1180×710×640	87 000	
9	Распределительная воронка [14]	1	2090×1330	64 050	
10	Ковшовый элеватор	1		96 000	
11	Вагонетка ВБУ-3,8 [15]	2	3950×1350×1550	150 000	
12	Бункер готовой продукции БГП-2,5 [16]	2	1600×1600×3100	81 500	
Итого, руб.:				3 968 430	

После пропаривания стеллажи с изделиями помещаются в камеру сушки (пропарочную камеру) при температуре 50-65°C. По окончании сушки стеллажи с изделиями перемещаются на склад готовой продукции, где отпускаются потребителю.

В соответствии с выбранной технологической схемой был осуществлен подбор основного комплекта оборудования. При выборе оборудования ориентировались на современные, высокоэффективные машины и установки отечественного производства, серийно выпускаемые промышленностью. В таблице представлена номенклатура основного технологического оборудования, поставщиком которого является Россия.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что безобжиговый зольный гравий является эффективным заполнителем с высокими физико-механическими характеристиками, величина которых может регулироваться по мере необходимости изменением технологических параметров в зависимости от требований, предъявляемых к готовому продукту. Технологический процесс осуществляется на известных агрегатах, скомпонованных в технологическую линию, которая включает следующие переделы: дозирование исходных материалов; смешивание, гранулирование; пропаривание сырцовых гранул.

В качестве технологии выбрана безобжиговая технология производства, которая характеризуется экономией топливно-экономических ресурсов. Это обуславливается тем, что расход топлива по безобжиговой технологии значительно меньше, чем при производстве обжигового зольного гравия. В данной работе подобраны наиболее выгодные с экономической точки зрения технология и состав сырьевой смеси.

Литература

1. Бак для воды и растворов: Технические газы, чистые газы, редкие газы, газовые смеси, баллоны малого и среднего объема, оборудование. – URL: https://www.alfagaz-nsk.ru/products/147691741-yemkost_dlya_vody/ (дата обращения 22.03.2025 г.).
2. Безобжиговый слоистый пористый гравий для легких бетонов: Строительные материалы и изделия. – URL: <https://tekhnosfera.com/bezobzhigovyy-sloistyuy-poristyuy-graviy-dlya-legkih-betonov/> (дата обращения 1.04.2025 г.).
3. Бункер 1,8 куба: Вибромаш. – URL: https://vibromash.com/catalog/rastarivately_bunkera_razgruzochnye/bunker_1_8_kuba/ (дата обращения 1.04.2025 г.).
4. Дозаторы заполнителя ДЗ-15: Бункеры и дозаторы. – URL: <https://spic.ru/catalog/stroйтеchnika/bunkery-i-dozatory/dozatory-zapolnitelya-dz-15.html/> (дата обращения 15.03.2025 г.).
5. Использование ЗШМ ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго» в качестве повторно возобновляемых ресурсов в Иркутской области / В.В. Ильюшин // Межрег. науч.-практ. конф., (28-29 нояб. 2007 г., Иркутск). – Иркутск, 2007. – 56 с.
6. Ицкович С.М., Чумаков Л.Д., Баженов Ю.М. М.: Высш. шк., 1991. 352 с.
7. Ленточный конвейер КЛС-300-6: Транспортеры ленточно-скребковые. – URL: https://agrotm.su/market/transportery_lentochno-skrebkovye/transporter_kls-300-6/ (дата обращения 04.04.2025 г.).
8. Попов Л.Н. Строительные материалы, изделия и конструкции. М.: ЦПП, 2010. 476 с.
9. Скоростной универсальный смеситель ВЕКТОР 1000: Строительное оборудование. – URL: https://www.stroi-oborudovanie.ru/goods/154911496-skorostnoy_universalny_smesitel_vektor_1000/ (дата обращения 14.03.2025 г.).
10. Сумарокова Л. С. Влияние дополнительного измельчения золы-уноса на гранулируемость и свойства безобжигового зольного гравия / Л.С. Сумарокова, Ф.Л. Капустин, И.В. Фомина // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: материалы Международной научно-практической конферен-

ции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти профессора Н.И. Данилова (1945–2015). – Даниловских чтений (Екатеринбург, 11–15 декабря 2017 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2017. – С. 612–615.

Selection and justification of the basic technological equipment for the production of fire-free lightened salt gravel

O.V. Skokova^a, D.D. Konopleva

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^aolga-skokova@mail.ru

Keywords: lightened unfired ash gravel, cellulose, microsilica earth, reactivity, waste paper, environmentally friendly.

This article studies the experience of production and use of unfired ash gravel in construction. The technology of production of lightened unfired ash gravel was developed, the optimal composition of the raw material mixture was selected and the main parameters of the technological process were set. The main physical and mechanical properties of the material obtained under laboratory conditions are determined. The issues of technology are addressed, where the combustion-free production technology is chosen, which is characterized by saving fuel and economic resources. It is observed that the fuel consumption by fireless technology is significantly less than that of fired ash gravel production.

УДК 620.17

Контроль сварных соединений при строительстве магистральных трубопроводов методом цифровой радиографии

С.Б. Устюжин^a

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^aSyncmaster920@mail.ru

Ключевые слова: неразрушающий контроль, сварное соединение, дефект, контроль, нефтегазовая промышленность.

Используя личный опыт, ознакомившись с научными трудами и существующими техническими решениями и разработками в области радиографического контроля, с целью обеспечения высокого качества сварочных работ и безопасности на производственных объектах, проведены практические экспериментальные работы с применением различной технологии радиографического контроля. На основе полученных результатов, проведя сравнительный анализ достоинств и недостатков, сделан вывод о необходимости перехода и практическом применении в неразрушающем контроле при строительстве и ремонте нефтегазопроводов цифровой технологии радиографического контроля.

Для контроля качества кольцевых сварных соединений нефтепровода в ПАО «Транснефть» применяют следующие виды контроля: визуально-измерительный

контроль (ВИК), капиллярный контроль (ПВК), магнитопорошковый контроль (МК), ультразвуковой (УЗК) и радиографический (РК). Каждый из приведенных методов контроля имеет свою область применения и выявляет только определенные виды дефектов.

Рассмотрим более детально радиографический метод, так как он обладает наибольшей выявляемостью дефектов и наглядностью, по сравнению с другими методами неразрушающего контроля.

На данный момент в нефтегазодобывающей отрасли применяют два основных метода радиографического контроля. В классическом методе в качестве детектора применяется радиографическая пленка. Принцип метода основан на фиксации теневого изображения объекта, которое формируется по мере проникновения ионизирующего излучения. После экспонирования, происходит фотохимическая обработка пленки и её сушка. Расшифровку полученного экспонированного снимка производят на негатоскопе. В зависимости от природы и площади несплошностей, принимается решение о допуске или отбраковке. При оценке допустимости каждого отдельного дефекта, применяются трафареты для расшифровки, линейки и лупы просмотровые.

В технологии цифровой радиографии, носителем рентгеновского изображения, является не пленка, а плоскопанельный детектор. Это электронное устройство с набором детектирующих элементов, подключенное по проводному соединению или Wi-Fi к компьютеру. Детектор поглощает рентгеновское излучение и передает полученный результат на компьютер в виде снимка. Полученный снимок в специализированном программном обеспечении можно обрабатывать, проводить измерения виртуальной линейкой, оценивать размеры несплошностей.

Цифровая радиография обладает рядом преимуществ перед классическим пленочным детектором:

1. Высокое качество снимка;
2. Более высокая чувствительность цифрового детектора сокращает время экспозиции;
3. Сокращается эквивалентная полученная доза персоналом;
4. Мгновенное получение результатов контроля на дисплее;
5. Более широкий диапазон радиационных толщин;
6. Удобство просмотра и хранения данных. Снимки хранятся в электронном виде, экономя физическое пространство. Их легко архивировать, передавать через сеть;
7. Возможность удаленной расшифровки снимка другим специалистом;
8. Отсутствие химической обработки пленки;
9. Снижение вредных воздействий на окружающую среду;
10. Несмотря на высокую начальную стоимость оборудования, цифровая радиография дешевле в эксплуатации за счет отсутствия расходов на пленку, химикаты и хранение.

Несмотря на все свои преимущества, цифровая радиография имеет и свои недостатки:

1. Высокая стоимость оборудования;
2. Повышенные требования к климатическим условиям эксплуатации;
3. Более высокие требования к квалификации специалистов;
4. Необходимость обслуживания оборудования в специализированных сервисных центрах;
5. Недостаток нормативно-правовой базы для применения в некоторых отраслях промышленности.

С целью сравнительного анализа были проведены практические просвечивания сварных соединений различных диаметров трубопроводов, с разными толщинами стенок. При проведении экспериментов применяли разные способы просвечивания: «панорамное» и «через две стенки». При «панорамном» способе просвечивания источник ионизирующего излучения размещают изнутри трубопровода (рис. 1). Такой способ применим при наличии доступа внутрь трубопровода и отсутствии рисков возникновения несчастного случая.

При способе просвечивания «через две стенки» источник излучения размещают снаружи трубопровода (рис. 2). Данный способ просвечивания чаще встречается в практике по причине отсутствия доступа внутрь трубопровода.

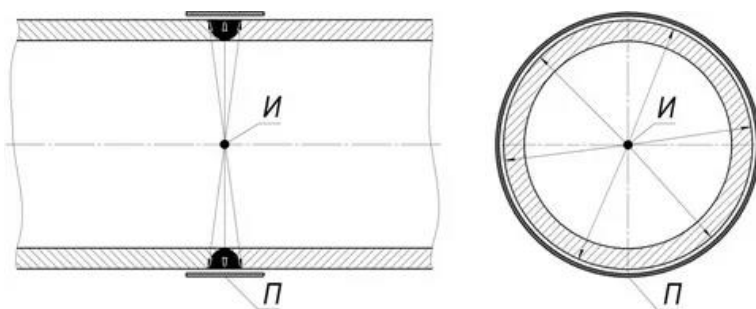


Рис. 1. Схема панорамного просвечивания изнутри трубы за одну установку источника:
И – источник ионизирующего излучения, П – пленка или плоскостанельный детектор

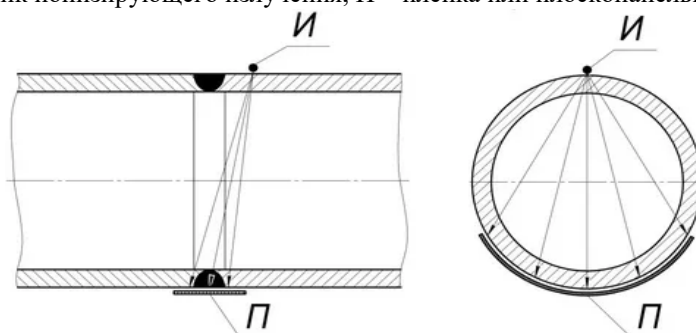


Рис. 2. Схема панорамного просвечивания изнутри трубы за одну установку источника:
И – источник ионизирующего излучения, П – пленка или плоскостанельный детектор

В качестве первого экспериментального образца было проконтролировано сварное соединение трубопровода номинальным диаметром 1220 мм с толщиной стенки 22 мм. Контроль проводился по схеме «панорамного просвечивания». Радиационная толщина составила $22+4=26$ мм (толщина эталона чувствительности составляет 4 мм). В качестве источника излучения применялся рентгеновский аппарат Eresco 32. В качестве пленочного детектора применялась радиографическая пленка Agfa D7, класс чувствительности C5. В качестве цифрового детектора применялся комплекс цифровой радиографии Цифракон 1025А. Напряжение на трубке в обоих случаях составляло 280 кВ, сила тока 3 мА. Расстояние от источника излучения до детекторов одинаковое и составило 510 мм. Время экспозиции при пленочной дефектоскопии составило 5 минут. Время экспозиции при цифровой дефектоскопии составило 30 секунд.

При втором эксперименте в качестве образца взяли сварное соединение диаметром 1420 с толщиной стенки 26 миллиметров. Контроль проводили по схеме просвечивания «через две стенки». При таком просвечивании радиационная толщи-

на контроля составляет $26+26+4=54$ мм. В качестве источника излучения применяли рентгеновский аппарат Egresco 65. В качестве пленочного детектора применялась радиографическая пленка Agfa D7. В качестве цифрового детектора применялся цифровой комплекс радиологии «Трансскан». Напряжение на трубке в обоих случаях составляло 290 кВ, сила тока 3 мА. Расстояние от источника излучения до детекторов одинаковое и составило $1420+150=1570$ мм (диаметр трубопровода плюс расстояние до центра источника излучения).

Время одной экспозиции при пленочной дефектоскопии составило 55 минут. С учетом того, что контроль по данной схеме контроля производится в 4 экспозиции, а также с учетом времени на перестановки рентгеновского аппарата, суммарное время, потраченное на просвечивание, составило 4 часа 40 минут. Фотообработка экспонированной пленки и расшифровка полученных рентгеновских снимков заняла около 1,5 часа.

При дефектоскопии на комплекс цифровой радиологии «Трансскан», время полного просвечивания контрольного сварного соединения с расшифровкой полученных изображений составило 60 минут.

Качество изображений сварных соединений, полученных при цифровой радиологии, значительно превышает качество пленочных снимков. Выросла выявляемость дефектов, плоскость которых совпадает с плоскостью рентгеновского излучения. Размеры дефектов, выявляемых при цифровой радиологии значительно меньше, чем дефекты, различимые на пленке.

Полученный результат проведенных экспериментальных исследований показал, что очевидным преимуществом применения плоскопанельных детекторов в качестве приемников радиографического излучения при контроле сварных соединений, является значительное сокращение общего времени, потраченного на контроль. Так же в значительной мере повысилась выявляемость особо опасных плоских дефектов с малой величиной раскрытия, таких как несплавления и трещины.

Литература

1. Гордиенко В.Е., Гордиенко Е.Г. Дефекты сварных швов и контроль качества сварных соединений: учеб. пособие; СПбГАСУ. – СПб., 2004. – 84 с.
2. ГОСТ 30242-97. Дефекты соединений при сварке металлов плавлением. Классификация, обозначение и определения. – Введ. 2003-01-01 – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 11с.
3. ГОСТ Р 55776-2013. Контроль неразрушающий радиационный. Термины и определения. – Введ. 2015-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200107480/> (дата обращения: 30.03.2025).
4. ГОСТ 7512-82. Контроль неразрушающий. Сварные соединения. Радиографический метод. – Введ. 1984-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001358/> (дата обращения: 30.03.2025).
5. Дедешко В.Н., Салюков В.В. Развитие системы диагностического обслуживания МГ // Журнал «Газовая промышленность». 2005. № 8. С. 15-18.
6. Селин Н.В., Кривогорницын А.О., Каплаева Е.А. Дефекты сварных соединений // Материалы X (XVI) Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых 19-23 марта 2018 года. – Братск: Изд-во БрГУ, 2018. С. 199–201.
7. Федосов А.В., Гайнуллина Л.А. Методы неразрушающего контроля // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2015. № 2. С. 73-77.

Control of welded joints in the construction of main pipelines by digital radiography

S.B. Ustyuzhin^a

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^aSyncmaster920@mail.ru

Keywords: nondestructive control, welded joint, defect, control, oil and gas industry, welding, digital radiography

Using personal experience, getting acquainted with scientific works and existing technical solutions and developments in the field of radiographic control, in order to ensure high quality of welding works and safety at production facilities, practical experimental works were carried out with the application of various radiographic control technologies. Based on the obtained results, by conducting a comparative analysis of the advantages and disadvantages, the need for transition and practical application in non-destructive control during construction and repair of oil and gas pipelines of digital radiographic control technology is concluded.

УДК 658.562

Естественные радионуклиды и их контроль в строительных объектах

Е.А. Юлдашева^a, С.А. Белых

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^azheniyasolnce@gmail.com

Ключевые слова: естественные радионуклиды, радон, альфа-излучение, ЭРОА, радиометр.

В статье рассмотрены сложившаяся система и основные требования радиационной безопасности объектов строительства. Рассмотрены основные источники естественных радионуклидов и пути попадания продуктов их распада в помещения. Основное внимание уделено радону и контролю его эквивалентной равновесной объёмной активности (ЭРОА; рассматриваются методы контроля и приборы, используемые на определенных этапах контроля. Замечено, что использование различных методов, таких как спектрометрия гамма-излучения, альфа-спектрометрия, лабораторные методы анализа и мониторинг радона, позволяет эффективно оценивать уровень радиационной нагрузки на человека.

Умеренное радиационное воздействие может оказывать положительное влияние на организм человека, стимулируя обновление клеток и даже помогая в борьбе с раковыми заболеваниями. Однако чрезмерное облучение представляет серьезную опасность – оно может вызвать необратимые изменения в организме человека. Приобретенные мутации способны передаваться потомкам, негативно влияя на их здоровье в будущем.

В целях защиты граждан от потенциально опасных последствий радиационного воздействия государство ввело строгую систему контроля, закрепленную на законодательном уровне [1].

Естественные радионуклиды (ЕРН) представляют собой радиоактивные изотопы, постоянно присутствующие в окружающей среде. Они являются составной частью горных пород, почвы, воды и строительных материалов. Эти радионуклиды могут выделять ионизирующее излучение, что создает потенциальные риски для здоровья человека. Контроль содержания ЕРН в строительных материалах, зданиях и сооружениях является важной задачей радиационной безопасности.

Цель настоящих исследований – изучение сложившейся системы радиационного контроля в жизненном цикле объектов строительства.

Согласно СанПиН 2.6.1.2523-09, нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 (далее – Нормы) применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.

Настоящие Нормы устанавливают основные пределы доз, допустимые уровни воздействия ионизирующего излучения по ограничению облучения населения в соответствии с Федеральным законом от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».

Нормы распространяются на следующие источники ионизирующего излучения:

- техногенные источники за счет нормальной эксплуатации техногенных источников излучения;
- техногенные источники в результате радиационной аварии;
- природные источники;
- медицинские источники [3].

Существует три основных источника ЕРН:

1. Космическое излучение: образуется в результате термоядерных реакций в недрах звёзд и галактик и представляет собой поток заряженных частиц, попадающих на Землю в количестве, пропорциональном солнечной активности. При взаимодействии космического излучения с атмосферой образуются космогенные радионуклиды, в основном тритий и углерод-14.

2. Строительные материалы: содержат радиоактивные вещества природного происхождения, такие как радий (^{226}Ra), торий (^{232}Th), калий (^{40}K). Природная радиоактивность характерна как для сырья (щебень, песок, цемент и пр.), так и для готовой продукции (кирпич, керамическая плитка, железобетонные конструкции, бетон и растворы, искусственные камни, облицовочные плиты). ГОСТ 30108-94 распространяется на неорганические сыпучие строительные материалы (щебень, гравий, песок, цемент, гипс и др.) и строительные изделия (плиты облицовочные, декоративные и другие изделия из природного камня, кирпич и камни стеновые), а также на отходы промышленного производства, используемые непосредственно в качестве строительных материалов или как сырьё для их производства, и устанавливает методы определения удельной эффективной активности естественных радионуклидов для оценки строительных материалов и изделий в соответствии с требованиями, приведенными в приложении А, и порядок проведения контроля. Настоящий стандарт устанавливает экспрессный и лабораторный методы определения удельной эффективной активности ЕРН в строительных материалах и изделиях [2].

3. Радон: является продуктом радиоактивного распада радия. Источниками радона являются горячие геологические разломы (аномалии с повышенным содер-

жанием радия), вулканы, гейзеры, геотермальные воды, некоторые захоронения радиоактивных отходов (например, «хвосты» горнодобывающих предприятий).

На первом этапе жизненного цикла любых строительных объектов, этапе изыскательских работ, возникает необходимость контроля радона, эмиссия которого может быть опасна для здоровья человека.

Радон – радиоактивный газ без цвета и запаха; может представлять опасность для здоровья в жизни. При комнатной температуре является одним из самых тяжелых газов. Наиболее стабильный изотоп, ^{222}Rn , имеет период полураспада 3,8 суток. Ввиду химической инертности радон относительно легко покидает кристаллическую решётку «родительского» минерала и попадает в подземные воды, природные газы и воздух.

Радон в тех или иных количествах неизбежно присутствует в любом воздушном пространстве, в воздухе любого здания, независимо от типа его конструкции. Концентрация радона в воздухе зависит в первую очередь от геологической обстановки (так, граниты, в которых много урана, являются активными источниками радона, в то же время над поверхностью морей радона мало), а также от погоды (во время дождя микротрещины, по которым радон поступает из почвы, заполняются водой; снежный покров также препятствует доступу радона в воздух). В помещения радон может попасть разными путями: из недр земли; из стен и фундамента зданий, т.к. строительные материалы (цемент, щебень, кирпич, шлакоблоки) в разной степени, в зависимости от качества, содержат дозу радиоактивных элементов; вместе с водопроводной водой и природным газом. Так как этот газ тяжелее воздуха, он оседает и концентрируется в нижних этажах и подвалах (см. рис. 1).



Рис. 1. Источники радона в помещении

Таблица 1

Сопоставление мощностей различных источников радона в типичном доме

Источник радона	Мощность, кБк/сут
Природный газ	3
Вода	4
Наружный воздух	10
Стройматериалы и грунт под зданием	60

Биологическое действие радона и его дочерних продуктов распада (ДПР) в основном связывают с их радиоактивностью. Возникающие при распаде α -, β -, γ -излучение при взаимодействии с веществом ионизируют или возбуждают атомы или молекулу, или за счёт прямого взаимодействия, или за счёт вторичных процессов. В результате, или происходит ионизация компонент живой клетки, за счёт чего они становятся химически активными, или возникают скрытые повреждения, частично переходящие в несвойственные структуры, или происходит замедление клеточного деления.

α -излучение представляет особую опасность. Воздействуя на органы дыхания, средняя доза на лёгкие в пять-шесть раз выше, чем на организм в целом, α -излучение вызывает микроожог, поскольку вся энергия α -частиц поглощается практически в точке распада, вызывая радиационные повреждения и гибель живых клеток и приводя к мутации клеток и возникновению рака. Помимо рака лёгких, радон создаёт вклад в эффективную дозу, растворяясь в иных тканях, особенно жировых. Растворяясь в крови и лимфе, радон и продукты его распада быстро разносятся по всему телу, и накапливаются в костях и мозге человека. В результате эти органы подвергаются массированному воздействию излучения, что может также привести к заболеванию раком крови [4].

Радоноопасность классифицируется по 3 классам:

- Первый класс (ППК меньше 80 мБк/м^2 в секунду) – требуется простая вентиляция помещения.
- Второй класс (ППК в диапазоне $80\text{--}200 \text{ мБк/м}^2$ в секунду) – достаточно умеренной защиты.
- Третий класс (ППК превышает 200 мБк/м^2 в секунду) – необходима усиленная защита.

Необходимо измерять:

- ЭРОА – эквивалентную равновесную объёмную активность;
- объёмную активность ОА радона в воде;
- плотность потока радона ППР с поверхности земли.

Оценка безопасности помещений происходит согласно методическим указаниям [5].

Рассмотрим приборы, которые используются для измерения радона и ЭРОА (табл. 2).

Контроль содержания естественных радионуклидов в материалах и зданиях является важной задачей для обеспечения радиационной безопасности населения. Использование различных методов, таких как спектрометрия гамма-излучения, альфа-спектрометрия, лабораторные методы анализа и мониторинг радона, позволяет эффективно оценивать уровень радиационной нагрузки на человека. Данный контроль осуществляется на стадии изысканий строительных площадок, при сдаче объектов в эксплуатацию, при выборе строительных материалов для осуществления строительства, ремонта и реконструкции зданий. При этом важно учитывать, что данный контроль как обязательный введен только в конце XX века, а значит все что построено до может оказаться не соответствующим современным требованиям.

Важно продолжать исследования в этой области для разработки новых технологий и методов контроля, а также повышения осведомленности населения о рисках, связанных с естественными радионуклидами.

Таблица 2

Приборы для измерения радона

Наименование прибора	Изображение	Предназначение
РАА-10 Радиометр радона для проведения экспрессных измерений ОА ДПР радона (ЭРОА)		Экспрессное измерение объемной активности дочерних продуктов распада (ДПР) радона и торона, определение ЭРОА радона и торона, величины "скрытой" энергии. Применяется для санитарно-гигиенического обследования помещений и территорий в соответствии с требованиями НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010.
РРА-01М-01 Радиометр радона для проведения экспрессных измерений ОА радона		Экспрессное измерение объемной активности радона (ОАР) в воздухе, воде и подпочвенном воздухе, а также плотности потока радона из почвы (с приставкой ПОУ любой модификации). Применяется для комплексного санитарно – гигиенического обследования территорий и используется для работы в лабораторных и полевых условиях, согласно санитарных правил СП 2.6.1.1292-03, СП 2.6.1.1310-03, СП 2.6.1.1291-03, СП 2.6.1.2398-08 и в соответствии с требованиями НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010
ПОУ-04 Пробоотборное устройство для использования совместно с РРА-01М		Пробоотборное устройство ПОУ-4 используется совместно с радиометрами радона серии РРА для проведения контроля в соответствии с требованиями НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010
РГА-04 Радиометр радона для проведения измерений ОА радона		Предназначен для интегральных среднегодовых измерений объемной активности радона (ОАР) в воздухе, световой сигнализации превышения установленных пределов, анализа суточных и сезонных колебаний ОАР (коэффициента вариации) в течение длительного времени, усреднения результатов за любой промежуток времени, оценки эффективности противорадионовых защитных мероприятий. Используется при приемке зданий в эксплуатацию и длительного мониторинга помещений в соответствии с требованиями НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010, и санитарных правил СП 2.6.1.1310-03 "Гигиенические требования к устройству, оборудованию и эксплуатации радоновых лабораторий, отделений радонотерапии".

Литература

1. Анализ потока радона, объемной активности радона. – URL: <https://analitprof.ru/izmerenia/izmerenie-potoka-rodona-ob-emnoj-aktivnosti-rodona>
2. Радиационный контроль зданий и сооружений. – URL: <https://rad-lab.ru/news/radiacionnyj-kontrol-zdanij-i-sooruzhenij/> (дата обращения 27.04.2025).
3. ГОСТ 30108-94 Группа Ж19. МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ СТРОИТЕЛЬНЫЕ. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001235/> (дата обращения 07.05.2025).
4. СанПиН 2.6.1.2523-09 “Гигиенические требования к обеспечению радиационной безопасности”. – URL: <https://base.garant.ru/12182440/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения 07.05.2025).
5. Методические рекомендации. 2.6.1.2838 – 11 Гигиена. радиационная гигиена. ионизирующее излучение, радиационная безопасность радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений по показателям радиационной безопасности.

Natural Radionuclides and Their Control in Construction Objects

E.A. Yuldasheva^a, S.A. Byelykh

Bratsk State University, Makarenko St., 40, Bratsk, Russia

^azheniyasolnce@gmail.com

Keywords: natural radionuclides, radon, alpha radiation, equilibrium equivalent radon concentration (EERC), radiometer

The article discusses the established system and main requirements for radiation safety of construction objects. The primary sources of natural radionuclides and pathways of their decay products into indoor spaces are examined. Special attention is given to radon and control over its Equilibrium Equivalent Radon Concentration (EERC). Methods of monitoring and instruments used at different stages of control are considered. It has been observed that the use of various techniques such as gamma radiation spectrometry, alpha spectrometry, laboratory analysis methods, and radon monitoring allows effective assessment of the level of radiation burden on humans.

Лесное и зеленое хозяйство, ландшафтное строительство

УДК 712.01:615.8

Рекреационный потенциал территории санатория «Братское Взморье»

Л.В. Аношкина^a, М.А. Ильин^a

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^aanoshkina.br@mail.ru

Ключевые слова: рекреация, ландшафт, рельеф, растительность, проходимость, просматриваемость.

Проведено исследование рекреационного потенциала территории санатория «Братское Взморье». Выполнен ландшафтный анализ, в ходе которого оценивались: видовой состав древостоев, типы пространственных структур, проходимость и просматриваемость территории. Также дана оценка орографических характеристик, видового состава и характера размещения растительности, проходимости, просматриваемости территории, флористических ресурсов. Проведен анализ рекреационного потенциала территории санатория «Братское Взморье» для создания на его базе современных терапевтических ландшафтов. Затронуты вопросы санаторно-курортного дела, которое традиционно является составной частью государственной политики и важным разделом национальной системы здравоохранения в России, что позволяет целенаправленно и эффективно осуществлять профилактику заболеваний, оздоровление населения, восстановительное лечение больных, проводить их реабилитацию.

Современные условия жизнедеятельности человека характеризуются высокой степенью урбанизации, техногенной нагрузки на окружающую среду и увеличением психоэмоционального стресса, обусловленного интенсивным ритмом жизни, дефицитом природных территорий и ограниченными возможностями для восстановления организма без медикаментозного вмешательства. В таких условиях возрастает потребность в разработке и реализации пространств, способствующих укреплению здоровья, восстановлению психоэмоционального равновесия и профилактике заболеваний [4].

Уникальные возможности для релаксации, восстановления и самоисцеления предоставляет природная среда. В настоящее время тема терапевтических ландшафтов очень популярна. Пригодными для ландшафтотерапии начинают считаться любые природные территории, где можно использовать аэротерапию, гелиотерапию, ароматерапию, лечебную физкультуру, прогулки на открытом воздухе и маршрутные терренкуры [2]. Анализируя современные исследования, посвященные ландшафтным методам лечения, можно условно выделить основные научные подходы к формированию терапевтических ландшафтов, такие как: курортологический; созда-

ния специализированных пространств для инвалидов; садоводческая терапия; сенсорные сады; психотерапевтические ландшафты [3].

Целью работы является анализ рекреационного потенциала территории санатория «Братское Взморье» для создания на его базе современных терапевтических ландшафтов.

Санаторий «Братское взморье» расположен на южном склоне Братского водохранилища. Площадь территории здравницы составляет 47,20 га. Окрестности и инфраструктура санатория представляют собой комплекс природных и антропогенных объектов, взаимосвязанных в рамках рекреационного пространства. Баланс территории представлен в табл. 1.

Таблица 1

Баланс современного состояния территории

Наименование	Площадь, га	Площадь, %
Здания и сооружения	0,71	1,48
Существующие асфальтовые проезды и автостоянки	1,14	2,38
Пешеходная сеть и площадки для отдыха	3,98	8,30
Лесная (лесопарковая) зона	42,09	87,83
<i>Итого:</i>	47,92	100,00

Одним из основных природных факторов, учитываемых при оценке рекреационных ландшафтов, является рельеф местности. Он может выступать в роли лимитирующего, либо стимулирующего. При оздоровительной функции рекреационной деятельности рельеф используют для прокладки терренкуров различных категорий сложности, а также для организации пешеходных и лыжных походов, прогулочно-экскурсионных мероприятий. Терренкуры, прокладываются по пересеченной местности в виде ступеней, где горизонтальные отрезки чередуются с подъемами. Основными показателями при оценке рельефа как ресурса для оздоровительной рекреации рассматриваются морфометрические показатели: вертикальное расчленение и уклон, а также общий характер рельефа, наличие или отсутствие оврагов и оползней.

Рельеф исследуемой территории характеризуется плавным понижением в сторону водохранилища. Перепад высотных отметок от комплекса зданий и сооружений санатория до береговой линии составляет 16 м. Оценка орографических ресурсов территории выполнялась по методике Е.В. Колотовой, М.А. Лось, О.В. Котляровой [1]. Результаты представлены в табл. 2.

Средний балл оценки орографических характеристик территории санатория «Братское Взморье» – 2,6, рельеф достаточно благоприятен для организации прогулочных маршрутов с оздоровительными целями.

Особый компонент рекреационного потенциала ландшафта составляют ресурсные свойства растительности. При использовании территории для оздоровительно-прогулочной рекреации оцениваются эстетические качества растительности, их разнообразие, санитарно-гигиенические свойства, комфортность и т.д.

Выполнен ландшафтно-таксационный анализ. Вся территория разделена на 15 ландшафтных участков, границами которых являются дороги, тропы, лесные опушки (рис.1). В ходе ландшафтного анализа оценивались: видовой состав древостоев, типы пространственных структур, проходимость и просматриваемость территории.

Растительность прилегающего к санаторию лесного массива является типичной для таёжных лесов. В составе лесной флоры преобладают сосна, берёза, осина, ольха, а также кустарники – шиповник, багульник и брусника. Обширные участки с

молодой порослью сосны и лиственницы способствуют поддержанию биологического разнообразия и формируют уникальные экосистемы.

Таблица 2

Критерии оценивания и характеристика рельефа

Оцениваемые факторы	Степень комфортности			Характеристика исследуемой территории	
	благоприятно	относительно благоприятно	неблагоприятно	Оцениваемые факторы	в баллах
	в баллах				
	3	2	1		
Вертикальное расчленение, м/км ²	15÷42	43÷56	менее 14 более 57	32	3
Уклон, градус	3÷5	5÷10	более 10	7	2
Характер поверхности	без препятствий	единичные препятствия	каменистая, с препятствиями	единичные препятствия	2
Наличие врагов и оползней	нет	присутствуют незначительно (1÷3 на км ²)	много оврагов и оползней	нет	3
Характер рельефа	пересеченная местность с незначительными превышениями крупнохолмистый рельеф	слабохолмистая и волнистая местность	плоская местность (неблагоприятна с точки зрения эстетики пейзажного восприятия); высокогорная местность (более 1500 м)	пересеченная местность с незначительными превышениями, крупнохолмистый рельеф	3



Рис. 1. Схема размещения ландшафтных участков

Согласно методике Тюльпанова Н.М. ландшафты разделяются на три основных категории: закрытые, полуоткрытые и открытые. Большая часть исследуемой территории представлена закрытыми пространствами – 71%, 7% – приходится на полуоткрытые и 22% – на открытые пространства, преимущественно вдоль берего-

вой линии и в районе размещения строений. Соотношение типов ландшафтов (по Л.М. Фурсовой) для таежной зоны следующие: закрытый – 30-40%, полукрытый – 10-30%, открытый – 30-50%. Таким образом, при проектировании рекреационных пространств на базе прилегающего к санаторию лесного массива, необходимо предусмотреть мероприятия по переформированию некоторых ландшафтных участков в полукрытые и открытые пространства.

Проходимость участков определяется в зависимости от дренированности почв, рельефа местности, густоты древостоя, подроста, подлеска и его захламливаемости.

Верхняя (северная) часть лесного массива, расположенная до въездной автомобильной дороги труднопроходима, из-за зарослей, что ограничивает доступность некоторых участков, в то время как средняя и нижняя части леса имеют более удобные пешеходные маршруты. Оценка проходимости представлена в табл. 3.

Таблица 3

Оценка проходимости территории

Характер проходимости	Оценка	Балл	Количество исследуемых участков
Передвижение удобно во всех направлениях	Хорошая	1	6
Передвижение ограничено по некоторым направлениям	Средняя	2	6
Передвижение затруднено во всех направлениях	Плохая	3	3

Таким образом, средний балл проходимости на территории составил – 1,8. Некоторые участки требуют проведения санитарных мероприятий по расчистке территории.

Просматриваемость участка устанавливается по расстоянию распознаваемости на нем окраски коры древесных пород. Оценка просматриваемости представлена в табл. 4.

Таблица 4

Оценка просматриваемости территории

Оценка	Расстояние, м	Балл	Количество исследуемых участков
Хорошая	40 и более	1	9
Средняя	21–40 м	2	3
Плохая	20 и менее	3	3

Средний балл просматриваемости -1,6, большинство участков имеет хорошую визуальную связь с соседними территориями.

Также проведена оценка рекреационного потенциала флористических ресурсов, основанная на методиках Д.Л. Арманд (1975), Г.К. Солнцева (1995), С.Л. Рыкина (2003), В.В. Занозина (2005), В.Б. Коробова, Б.И. Кочурова (2007), А.И. Тарасова, Е.О. Гармс (2016), И.С. Королева (2015), Е.В. Колотова (1999) и других авторов с расчетом балльных оценок (табл. 5).

Средний балл оценки флористических ресурсов – 2

Хорошим рекреационным потенциалом обладают ландшафты с наличием водоемов. Береговая линия Братского водохранилища в районе расположения санатория обладает разнообразием ландшафтов, что усиливает экосистемное разнообразие территории. Песчаный берег плавно переходит в скалистый, а затем завершается вы-

соким утесом, который понижается и переходит в песчаный пляж. Это разнообразие создает благоприятные условия для отдыхающих и способствует экологическому равновесию в регионе.

Таблица 5

Критерии рекреационной оценки флористических ресурсов

Оцениваемые факторы	Степень комфортности			Характеристика исследуемой территории	
	благоприятно	относительно благоприятно	неблагоприятно	Оцениваемые факторы	в баллах
	в баллах				
	3	2	1		
Природная зона	Зона смешанных и широколиственных лесов	Лесостепь, лесотундра,	Степь, тайга, пустыня, тундра	тайга	1
Залесенность, %	30÷70	10÷30	менее 10; более 70	89	1
Заболоченность, %	до 5	5–20	> 20	до 5	3
Степень видового разнообразия	более 20 видов	10–20 видов	менее 10 видов	менее 10 видов	1
Тип угодий (для летнего периода)	Смешанный лес со значительным преобладанием (более 65%) светлохвойных пород: сосны или лиственницы	Темнохвойные леса в сочетании с лиственными	Темнохвойные, осиновые сырые леса, смешанные леса со значительным преобладанием мелколиственных пород (более 90%)	Смешанный лес со значительным преобладанием (более 65%) светлохвойных пород: сосны или лиственницы	3
Тип угодий (для зимнего периода)	Хвойные леса (создают хорошую защиту от сильного ветра и определяют оптимальные условия для отдыха)	Смешанные леса	Лиственные леса (имеют голые кроны, что снижает их ветрозащитные и эстетические качества)	Хвойные леса (создают хорошую защиту от сильного ветра и определяют оптимальные условия для отдыха)	3
Санитарно-гигиеническое состояние леса	отсутствие естественной захламленности и замусоренности	необходимость осуществления несложных мероприятий для восстановления лесного массива	Необходимость дорогостоящих мероприятий для приведения леса в пригодное для рекреационного использования состояние	необходимость осуществления несложных мероприятий для восстановления лесного массива	2

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- территория естественного лесного массива, прилегающего к зданиям и сооружениям санатория «Братское Взморье» имеет хорошие орографические показатели, позволяющие организовать терренкуры для оздоровительных прогулок;
- видовой состав растительности не столь разнообразен, необходимо дополнить участки естественных насаждений посадкой декоративных деревьев и кустарников;
- преобладает закрытый тип пространственной структуры, необходимы мероприятия по переформированию ландшафтов;
- проходимость и просматриваемость отдельных участков недостаточна хорошая, требуется организация санитарных рубок, рубок прореживания и очистки территории от валежника и захламленности.

В целом, территория имеет достаточно хороший потенциал для дальнейшего рекреационного развития.

Санаторно-курортное дело традиционно является составной частью государственной политики и важным разделом национальной системы здравоохранения в России, что позволяет целенаправленно и эффективно осуществлять профилактику заболеваний, оздоровление населения, восстановительное лечение больных, проводить их реабилитацию.

Литература

1. Котлярова О.В. Теория и методология рекреационной географии: учебное пособие. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 128 с.
2. Павлова В.А. Терапевтический ландшафт. Особенности изучения //Architecture and Modern Information Technologies. 2024. №2(67). С. 213-229.
3. Петрашень Е.П. Ландшафтный дизайн для здоровья человека и проектный метод его изучения // Зеленый журнал – бюллетень Ботанического сада Тверского Государственного университета. 2018. № 4. С.71–84.
4. Чичерин Л.П., Щепин В.О., Никитин М.В., Михальская Е.В. Многоаспектная роль санаторно-курортного комплекса в охране здоровья населения // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко. – 2023. –№ 2. – С. 314-320.

Recreational potential of the territory of the sanatorium "Bratskoye Vzmorye"

L.V. Anoshkina^a, M.A. Ilyin^a

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^aanoshkina.br@mail.ru

Key words: recreation, landscape, relief, vegetation, passability, visibility.

The research of the recreational potential of the territory of the sanatorium "Bratskoe Vzmorye" was conducted. A landscape analysis was performed, during which the following were assessed: species composition of trees, types of spatial structures, pathability and viewability of the territory. An assessment of orographic characteristics, species composition and nature of vegetation placement, patency, viewability of territory, and floristic resources is also given. The analysis of the recreational potential of the territory of the sanatorium "Bratskoe Vzmorye" was conducted for the creation of modern therapeutic landscapes on its basis. The issues of sanatorium-resort work, which is traditionally an

integral part of state policy and an important part of the national health care system in Russia, which allows to purposefully and effectively carry out disease prevention, improvement of the population, rehabilitation of the sick, rehabilitation of the sick, are affected.

УДК 630*273

Видовой состав насаждений общественных пространств г. Братска

Л.В. Аношкина^а, Н.Е. Кравчук

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аanoshkina.br@mail.ru

Ключевые слова: жилой район, общественные пространства, озеленение, видовой состав, декоративные насаждения

Проведено исследование видового состава зеленых насаждений на территориях общего пользования г. Братска. Обследовано 14 общественных пространств в Центральном, Падунском и Правобережном жилых районах, общей площадью 48,26 га. Отмечено, что создание озелененных территорий общего пользования подразумевает их рекреационное благоустройство – комплекс мероприятий, способствующих улучшению условий отдыха, совершенствованию эстетических качеств территории, повышению ее рекреационной емкости и привлекательности, устойчивости к рекреационным и техногенным нагрузкам. Затронуты вопросы необходимости развития территорий, находящихся в шаговой доступности для отдыха населения: скверы, бульвары, небольшие скверы – фойе, расположенные перед общественными зданиями, участки в разрывах между жилой застройкой, формируя непрерывный каркас зеленых насаждений города.

Зеленые насаждения являются неотъемлемой частью системы жизнеобеспечения городов как основной средозащитный и средообразующий элемент благоустройства и ландшафтной организации территории, непосредственно обеспечивающий качество и комфортность городской среды [2]. Экологизация городского пространства, как одна из целей реализации концепции устойчивого развития, становится всё более актуальным и востребованным трендом городского развития [4]. Озелененные территории – это взаимосвязь площадных и линейных объектов, которые формируют непрерывную сеть открытых пространств, как рекреационного, так и санитарно-защитного назначения [3]. Соблюдение принципов, целостности и нормативных требований позволяет создавать гармоничные, устойчивые и комфортные озелененные территории, интегрированные в городскую систему. Примыкание зеленых насаждений общего пользования к границам жилых образований существенно повышает комфортность проживания в них [1].

Озелененные территории общего пользования – территории, используемые для рекреации всего населения города (парки, сады, скверы, бульвары, набережные и другие рекреационно-природные территории). Создание озелененных территорий общего пользования подразумевает их рекреационное благоустройство – комплекс мероприятий, способствующих улучшению условий отдыха, совершенствованию

эстетических качеств территории, повышению ее рекреационной емкости и привлекательности, устойчивости к рекреационным и техногенным нагрузкам.

В городе должен быть, по меньшей мере, один общегородской парк. Если территория города расчленяется на несколько жилых районов, то создаются районные парки. Небольшие озелененные территории – скверы, площадью $0,5 \div 2$ га располагаются перед общественными, торговыми зданиями в разрывах и отступах застройки. Протяженные озелененные пространства – бульвары – могут размещаться вдоль улиц и магистралей. Они играют связующую роль между различными объектами городской инфраструктуры.

Целью работы является анализ видового состава древесно-кустарниковых насаждений на территориях общего пользования г. Братска.

Исследования проводились летом 2024 года. Обследовано 14 общественных пространств в Центральном, Падунском (п. «Энергетик») и Правобережном жилых районах, общей площадью 48,26 га. На большинстве объектов учет насаждений проводился методом подеревной инвентаризации, в парке «Металлургов» и парке 1 мкр. ж.р. «Энергетик» выборочным методом (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика исследуемых объектов

Жилой район	Объект общего пользования	Площадь, га	Количество насаждений	Количество видов насаждений
Центральный	Парк Металлургов	4,00	-	6
	Парк 15 микрорайона	1,70	95	7
	Сквер «Ангарские каскады»	1,00	125	14
	Сквер 9А микрорайона	2,00	323	17
	Бульвар Космонавтов	3,15	102	7
Падунский (п. Энергетик)	Парк 5А микрорайона	3,09	2970	12
	Парк 3 микрорайона	1,95	952	3
	Парк 1 микрорайона	21,2	-	7
	Сквер Первостроителей	0,90	258	11
	Сквер им. С.Б. Погодаева	0,50	70	6
Правобережный	Сквер культурно-досугового центра «Современник»	1,25	1315	3
	Сквер им. С.И. Вобликова	1,86	445	4
	Сквер им. П.Н. Самусенко	1,14	82	8
	Бульвар Орлова	4,71	78	6

Видовой состав зеленых насаждений на объектах общего пользования Центрального жилого района представлен 26 видами, из них чаще всего встречается тополь бальзамический – 15,6 % и береза повислая – 9,1 % (рис. 1).

В поселке «Энергетик» состав насаждений несколько иной. Достаточно большая доля приходится на деревья и кустарники естественного происхождения: сосна обыкновенная – 25,8 %, осина – 10,7 % (рис. 2), это можно объяснить тем, что в жилом районе присутствуют массивы естественных насаждений, значительные по площади. Примером является парк 1 микрорайона, площадью 21,2 га. Видовой состав представлен 23 видами.

Менее разнообразный видовой состав зеленых насаждений наблюдается в общественных пространствах Правобережного жилого района, всего 12 видов. Большая часть приходится на кустарник – акацию желтую (карагану древовидную), из деревьев чаще всего встречаются сосна обыкновенная – 16,8 % и тополь бальзамический – 15,9 % (рис. 3).

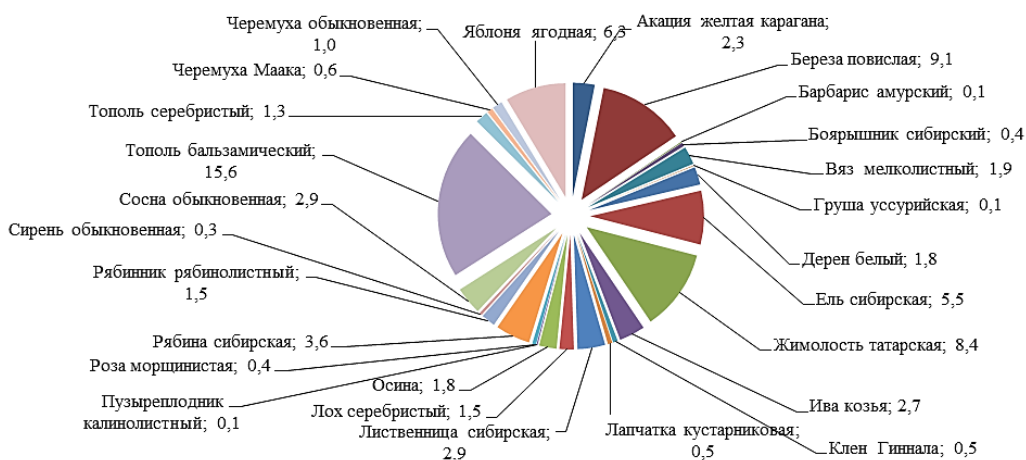


Рис. 1. Видовой состав насаждений на объектах общего пользования Центрального жилого района

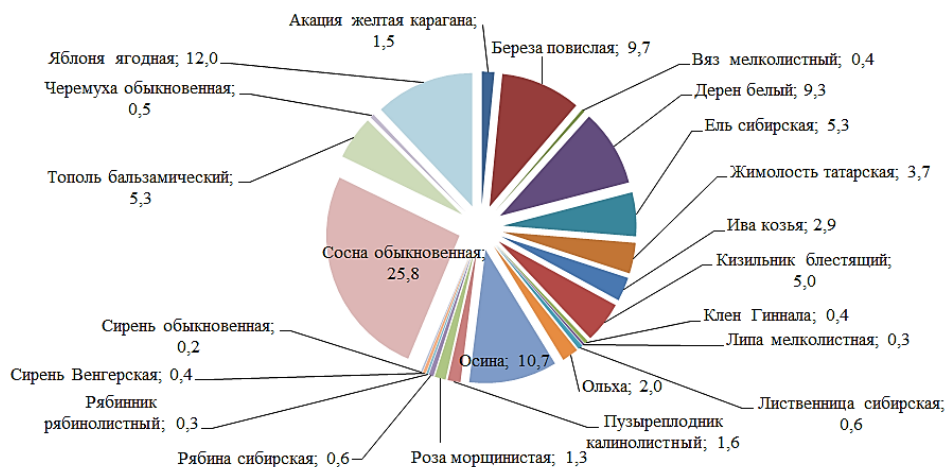


Рис. 2. Видовой состав насаждений на объектах общего пользования п. «Энергетик»

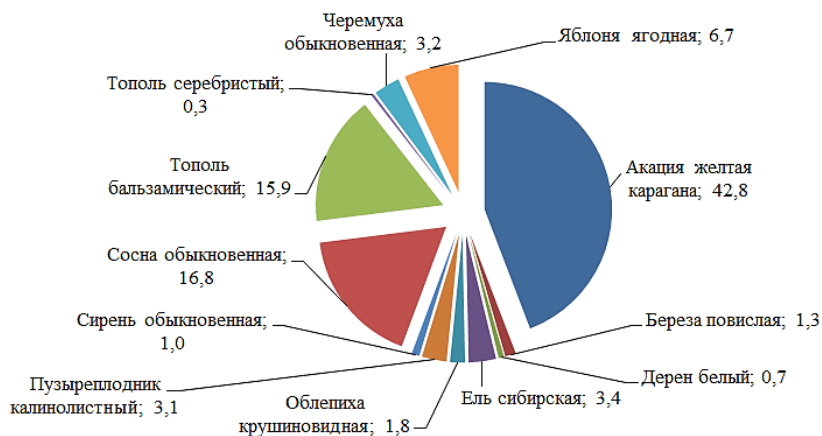


Рис. 3. Видовой состав насаждений на объектах общего пользования Правобережного жилого района

Наиболее разнообразный видовой состав насаждений можно отметить на объектах озеленения, созданных в последние годы, преимущественно по программе «Формирование комфортной городской среды». В Центральном районе – сквер «Ангарские каскады», – 14 видов и сквер 9А микрорайона – 17 видов, среди которых достаточное количество декоративных деревьев и кустарников: дерен белый, лапчатка кустарниковая, черемуха Маака, тополь серебристый, клен Гиннала и др

В п. «Энергетик» можно отметить сквер «Первостроителей», где на территории в 0,9 га, высажено 11 видов деревьев и кустарников, а также парк 5А мкр., созданный на основе естественных насаждений, ассортимент которого дополнен декоративными насаждениями, всего – 12 видов.

В Правобережном жилом районе несмотря на то, что некоторые объекты, созданы сравнительно недавно (сквер им. П.Н. Самусенко, бульвар Орлова), видовой состав не отличается разнообразием.

На основании проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

- наиболее разнообразный видовой состав зеленых насаждений наблюдается на относительно новых объектах общего пользования;
- в скверах и парках Центрального жилого района можно отметить наиболее разнообразный ассортимент насаждений, чем в других жилых районах города;
- наиболее гармоничной можно назвать систему озеленения п. «Энергетик», где основу составляют зеленые насаждения естественного происхождения, а дополнительный ассортимент представлен искусственными посадками декоративных видов деревьев и кустарников;
- менее разнообразный видовой состав отмечается на объектах общего пользования Правобережного жилого района.

Городские зеленые пространства играют важную роль в жизни населения и являются неотъемлемой частью устойчивого развития городов. Необходимо развивать территории, находящиеся в шаговой доступности для отдыха населения: скверы, бульвары, небольшие скверы – фойе, расположенные перед общественными зданиями, участки в разрывах между жилой застройкой, формируя непрерывный каркас зеленых насаждений города.

Литература

1. Михалчева С.Г., Рылякин Е.Г. Современные проблемы организации городских озелененных территорий общего пользования // Сурский вестник. – 2018. – № 2(2). – С. 49-52.
2. Петрина О.А., Стадолин М.Е. Современные проблемы и тенденции развития озеленения городских пространств // Муниципальная академия. – 2021. – № 4. – С. 174-179.
3. Прокопенко В.В., Тисленко А.А. Система озелененных территорий как индикатор качества городской среды // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса : сборник трудов Международной научно-практической конференции : в 2 ч., Волгоград, 07–08 декабря 2021 года / Волгоградский государственный технический университет. Том Часть 2. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2021. – С. 95-100.
4. Якубов Х. Г. Озеленение, как один из методов экологизации городского пространства // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Красноярск, 26 ноября 2021 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2022. – С. 4-8.

Species composition of plantings in public spaces of Bratsk

L.V. Anoshkina^a, N.E. Kravchuk

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^aanoshkina.br@mail.ru

Key words: residential area, public spaces, landscaping, species composition, ornamental plantings.

A study of the species composition of green spaces in public areas of Bratsk was conducted. 14 public spaces in the Central, Padunsky and Pravoberezhny residential areas, with a total area of 48.26 hectares, were examined. It was noted that the creation of landscaped territories of common use implies their recreational improvement – a complex of measures contributing to the improvement of recreation conditions, improvement of aesthetic qualities of the territory, increase of its recreational capacity and attractiveness, sustainability and recreational technology loads. The issues of the need to develop territories within walking distance for recreation of the population are affected: squares, boulevards, small squares – foyers located in front of public buildings, plots in the breaks between residential development, forming a continuous framework of green cities.

УДК 630

Региональные аспекты лесовосстановления как основа развития лесного комплекса

Л.Д. Шоабибуллоева^a, В.А. Никифорова^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

latifsulton@bk.ru^a, nikiforovabr@mail.ru^b

Ключевые слова: Иркутская область, Падунское лесничество, лесовосстановление.

В статье рассмотрены региональные аспекты лесовосстановления как основы развития лесного комплекса на примере Падунского лесничества Иркутской области. Указан состав участковых лесничеств и их площади. Представлены виды лесовосстановительных мероприятий: естественное лесовосстановление, искусственное лесовосстановление и комбинированное лесовосстановление. Проведен анализ плана лесовосстановительных мероприятий Падунского лесничества за период 2016–2021 гг. и итоги его фактического выполнения (87%). Отмечены основные цели обновленного федерального проекта «Сохранение лесов» к 2030 году, который вошел в национальный проект «Экологическое благополучие»: отношение площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений – 112% и отнесение площадей лесовосстановления к землям, на которых расположены леса – 6,1 млн га с учетом увеличения финансирования с 41,1 до 72 млрд рублей.

Лесовосстановление – сложные процессы, обуславливающие необходимость учета не только особенностей лесохозяйственного производства, но и природных,

социальных, экономических и других факторов. Особенности воспроизводства лесных ресурсов определяются их сущностью – лес произрастает на земле и является возобновляемым ресурсом [1].

В настоящее время проблема лесовосстановления является одной из самых актуальных, потому что от эффективности воспроизводства во многом зависит структура будущих лесов, их продуктивность и товарность, средообразующие функции.

Цель работы – рассмотреть региональные аспекты лесовосстановления как основы развития лесного комплекса на примере Падунского лесничества.

Лесничество расположено в северо-западной части Иркутской области, протяжённость территории лесничества составляет с юга на север 240 км, с запада на восток – 117 км. Общая площадь Падунского лесничества, по данным государственного лесного реестра на 01.01.2021 составляет 1351218 га. [2].

В состав Падунского лесничества включены пять участковых лесничеств:

- Усть-Вихоревское общей площадью 152804 га;
- Падунское общей площадью 167719 га;
- Боровское общей площадью 293902 га;
- Карахунское общей площадью 351686 га;
- Озерное общей площадью 381789 га.

Структура лесничества утверждена приказом агентства лесного хозяйства Иркутской области от 16.12.2008 № 1293-апр «О структуре лесничеств агентства лесного хозяйства Иркутской области» [2].

На территории Падунского лесничества используют несколько видов лесовосстановительных мероприятий.

Естественное лесовосстановление проводят:

- путем сохранения подроста и агротехнического ухода за ним;
- путем минерализации поверхности почвы.

Если указанные условия для естественного лесовосстановления не обеспечены, проводится искусственное или комбинированное лесовосстановление (с учетом конкретных лесорастительных, агротехнических и экономических условий).

Комбинированное лесовосстановление может проводиться:

- если общее количество подроста не меньше, чем предусмотрено Правилами, но подрост размещен неравномерно;
- если количество подроста в пересчете на 1 гектар меньше густоты посадки, но больше 25 процентов от установленного количества.
- Искусственное лесовосстановление проводят:
- если не обеспечены вышеназванные условия для естественного и комбинированного лесовосстановления;
- если проведение комбинированного лесовосстановления нецелесообразно по технологическим, агротехническим и иным условиям;
- если по лесорастительным и иным условиям требуется замена главной породы насаждения.

Лесовосстановление обеспечивается на лесных участках, предоставленных в аренду для заготовки древесины арендаторами этих лесных участков.

Естественное лесовосстановление путем минерализации поверхности почвы проводят механическим способом с применением технических средств, преимущественно в годы удовлетворительного и обильного урожая семян до начала их опадения.

Минерализованная поверхность почвы должна составлять не менее 25 процентов от общей площади участка.

Естественное лесовосстановление путем сохранения подроста и агротехнического ухода за ним как плановое мероприятие проводят на участках, если подрост, сохраненный при проведении рубок лесных насаждений, соответствует лесорастительным условиям, распределяется равномерно по всей площади участка и его количество не меньше установленной густоты посадки.

В первую очередь искусственное лесовосстановление проектируют на:

- свежих вырубках, подверженных быстрому зарастанию нежелательной травянистой и древесно-кустарниковой растительностью;
- участках, подверженных эрозии, заболачиванию;
- участках с высокопроизводительными почвами, пригодными для выращивания насаждений высших классов бонитета;
- на вырубках, где требуется замена главной породы.

Проект должен содержать основные показатели, характеризующие участок лесовосстановления, технологию проведения работ, сопутствующие мероприятия, а также планируемые результаты лесовосстановления и сроки их достижения:

- характеристику местоположения участка (наименование лесничества (лесопарка), участкового лесничества, номер квартала, номер выдела, площадь участка);
- характеристику природно-климатических условий участка (в т.ч. рельефа, почвы, гидрологических и лесорастительных условий и др.);
- характеристику состояния участка (количество, средняя высота и средний диаметр пней в пересчете на 1 гектар, состояние очистки от порубочных остатков и валежной древесины, характер и размещение оставленных деревьев и кустарников, степень задернения и минерализации почвы и др.);
- характеристику сохраненного подроста и имеющегося молодняка (состав пород, средний возраст, средняя высота, количество деревьев и кустарников на единице площади, размещение их по площади участка), состояние и оценку лесных насаждений и др.;
- обоснование проектируемого способа и метода лесовосстановления, породного состава восстанавливаемых лесов;
- сроки и технологию выполнения работ по лесовосстановлению (минерализация поверхности почвы, подготовка участка, обработка почвы, посадка (посев), размещение, схема, формула смешения пород, вид посадочного материала, густота, дополнение, агротехнические уходы);
- меры обеспечения пожарной устойчивости создаваемых молодняков (создание противопожарных разрывов, опушек и др.);
- меры снижения негативного влияния вредных организмов и борьбы с ними в очагах распространения, определенные по результатам специальных обследований участка;
- показатели оценки восстанавливаемых лесов для признания работ по лесовосстановлению законченными (состав пород, их средняя высота, возраст и др. на этапе отнесения площадей созданных молодняков к землям, покрытым лесной растительностью).

Комбинированное лесовосстановление проводят, сочетая в соответствии с проектом естественное лесовосстановление (сохранение подроста и агротехнический уход за ним, минерализация поверхности почвы) и искусственное лесовосстановление (посадка, посев).

В результате проведения работ по комбинированному лесовосстановлению должны быть созданы молодняки главных пород, удовлетворяющие установленным

параметрам на этапе отнесения площадей к землям, покрытым лесной растительностью.

Площади участков, на которых в результате работ по комбинированному лесовосстановлению созданы молодняки, переводимые в покрытые лесной растительности земли, учитываются как лесные культуры, если количество деревьев главной древесной породы (пород), введенных за счет посадки (посева), равно или больше 50 процентов количества.

Восстановление лесов после сплошных рубок является одним из основных факторов, определяющих эффективность лесопользования на конкретной территории. Содействие естественному восстановлению леса при сплошных рубках обеспечивает во многом сохранение экологических условий и снижение за счет этого себестоимости дальнейших лесохозяйственных мероприятий, по формированию хозяйственно ценных насаждений.

Сведения по выполнению лесовосстановительных мероприятий арендаторами и лесхозами за 2017–2021 гг. по Падунскому лесничеству включают план лесовосстановительных мероприятий, доведенный лесничеством по вышеперечисленным видам лесовосстановления и его выполнением.

Наряду с этим необходимо отметить, что за указанный период из запланированных мероприятий по лесовосстановлению было выполнено 87 % (рис. 1 и 2).



Рис. 1. План лесовосстановительных мероприятий, доведенный Падунским лесничеством за период 2016–2021 гг.



Рис. 2. Фактическое выполнение плана лесовосстановительных мероприятий Падунским лесничеством за период 2016–2021 гг.

В заключении необходимо отметить, с 2025 года обновленный федеральный проект «Сохранение лесов» вошел в национальный проект «Экологическое благополучие». Основная цель проекта – сохранить и приумножить «зеленое богатство» России.

В обновленном проекте особое внимание уделено качественным характеристикам восстановления лесов, а именно уходу за лесными культурами, созданию благоприятных условий для роста и развития лесных насаждений. Увеличено финансирование федерального проекта «Сохранение лесов» с 41,1 до 72 млрд рублей [3].

Основные направления федерального проекта:

- восстановление лесов, включая лесопарковые зоны вокруг городов и промышленных центров;
- уход за лесными культурами;
- создание и развитие объектов лесного семеноводства;
- создание и развитие объектов питомнических хозяйств;
- обновление лесопожарной и лесохозяйственной техники; -
- проведение мероприятий по лесоустройству.

Основные цели федерального проекта к 2030 году:

- отношение площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений – 112%;
- сокращение площади лесных пожаров на землях лесного фонда по отношению к 2021 году – на 51,7%;
- отнесение площадей лесовосстановления к землям, на которых расположены леса – 6,1 млн га.

Подведены итоги федерального проекта «Сохранение лесов». Так, за 2024 год новый лес высадили на площади 1,4 млн га, площадь лесовосстановления превышает площади вырубленных и погибших лесов уже четвертый год подряд.

Всего же, по данным Рослесхоза, благодаря мероприятиям проекта «Сохранение лесов, восстановлено 7,8 млн га лесов, закуплено 50,9 тыс. единиц лесопожарной техники и оборудования и 13 тыс. единиц лесохозяйственной техники и оборудования, выращено 5,14 млрд саженцев, создано 1,78 тыс. тонн запасов семян, функционирует более 1,2 тыс. лесных питомников.

Литература

1. Евсеенко К.А. Государственная система управления воспроизводством лесных ресурсов -необходимость совершенствования / К.А. Евсеенко // Государственное управление. Электронный вестник. – 2011. – № 27. – С. 1-7.
2. Приказ агентства лесного хозяйства Иркутской области от 16.12.2008 №1293-апр «О структуре лесничеств агентства лесного хозяйства Иркутской области». – ULR: <https://irkutsk-gov.ru/doc/23426?ysclid=m9wljcj8p5788649528/> (дата обращения: 02.04.2025).
3. Сохраним и преумножим. – ULR: <https://spb-niilh.ru/news/sohranim-i-priumnozhim-2025?ysclid=m9wn8agxyk59398670/> (дата обращения: 02.04.2025).

Regional aspects of forest restoration as a basis for the development of the forest complex

L.D. Shoabibulloeva^a, V.A. Nikiforova^b

Bratsk State University, 40 Makarenko str., Bratsk, Russia
latifsulton@bk.ru^a, nikiforovabr@mail.ru^b

Keywords: Irkutsk region; Padunskoe forestry; reforestation.

The article considers regional aspects of forest restoration as a basis for the development of the forest complex using the example of the Padunskoye forestry in the Irkutsk region. The composition of district forestries and their areas are indicated. The types of forest restoration activities are presented: natural forest restoration, artificial forest restoration and combined forest restoration. The analysis of the forest restoration plan of the Padunskoye forestry for the period 2016-2021 and the results of its actual implementation (87%) are conducted. The main goals of the updated federal project "Forest Conservation", which was included in the national project "Environmental Well-Being" by 2030, are noted: the ratio of the area of reforestation and afforestation to the area of cut down and dead forest stands is 112% and the allocation of forest restoration areas to the lands on which forests are located is 6.1 million hectares, taking into account the increase in funding from 41.1 to 72 billion rubles.

УДК 332.1

Эффективное управление человеческими ресурсами

И.К. Шликар^а, Е.В. Луковникова

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аanyutashlikar@mail.ru

Ключевые слова: HR-отчет, бизнес-анализ, HR-аналитика.

В условиях высокой конкуренции на рынке труда и стремительных изменений в бизнес-среде, управление человеческими ресурсами становится одним из ключевых факторов успеха организации. В статье рассматриваются современные подходы к реализации HR-аналитики и представлены результаты исследования, проведенного в организации сферы услуг на примере филиала сети ресторанов Rostic's (далее – ООО «ДЖЕТА»). Основное внимание уделено анализу кадровых процессов, оценке эффективности управления персоналом, а также разработке рекомендаций по повышению конкурентоспособности компании. Замечено, что HR-отчет, основанный на структурированном анализе данных, является мощным инструментом для принятия обоснованных решений в сфере управления персоналом.

Эффективное управление персоналом является важным условием устойчивого развития любой организации. Современные организации вынуждены адаптировать свои бизнес-процессы к реалиям быстро меняющегося рынка труда, стремясь привлекать, удерживать и развивать квалифицированные кадры. Повышение эффективности HR-управления требует системного подхода: от автоматизации процессов до глубокого анализа показателей деятельности персонала.

В данной статье представлен анализ кадровых процессов в ООО «ДЖЕТА» с целью разработки HR-отчёта, способствующего принятию обоснованных управленческих решений.

Целью проведенного исследования является создание эффективного HR-отчета, отражающего ключевые показатели деятельности персонала и позволяющего улучшить качество управления в компании ООО «ДЖЕТА» [1].

В рамках этой цели были поставлены следующие задачи:

- провести анализ бизнес-процесса кадрового делопроизводства;
- подготовить и структурировать HR-данные для дальнейшей аналитики;
- выполнить детальный HR-анализ с выявлением узких мест;
- разработать наглядный HR-отчет и сформулировать рекомендации по его применению;
- предложить стратегию повышения конкурентоспособности компании через оптимизацию управления персоналом.

Для анализа использовались данные из информационной системы «1С: Учет рабочего времени». Были собраны сведения о приеме, увольнении, обучении со-

трудников, а также демографические и профессиональные характеристики персонала. Фрагмент данных представлен на рис. 1. В качестве инструментов использовались структурные и динамические HR-метрики, а также анкетирование уровня удовлетворенности сотрудников.

Код сотрудника	ФИО сотрудника	Должность	СНИЛС	Паспорт	Дата приема на работу	Возраст	Пол	Отдел	Контактные данные	Стаж работы (лет)	Категория	Статус	Дата увольнения	Причина увольнения
1	Савилова Л.А.	Директор	123-456-789 01	1 234 567 890	01.03.2021	21	Ж	Административный	7 (900) 123-45-67	3	Вторая	Работает		
2	Белая К.А.	Заместитель директора	123-456-789 02	1 234 567 891	01.02.2021	27	Ж	Менеджерский состав	7 (900) 123-45-68	3	Первая	Работает		
3	Шеняев И.К.	Менеджер смены	123-456-789 03	1 234 567 892	01.02.2021	25	Ж	Менеджерский состав	7 (900) 123-45-69	3	Первая	Работает		
4	Соловьев Д.В.	Менеджер смены	123-456-789 04	1 234 567 893	11.10.2022	20	М	Менеджерский состав	7 (900) 123-45-70	2	Первая	Работает		
5	Михайлов М.К.	Менеджер смены	123-456-789 05	1 234 567 894	08.06.2022	19	М	Менеджерский состав	7 (900) 123-45-71	2	Первая	Уволен	30.05.2024	по собственному желанию
6	Куликов С.И.	Менеджер смены	123-456-789 06	1 234 567 895	05.02.2021	24	М	Менеджерский состав	7 (900) 123-45-72	3	Первая	Уволен	01.03.2024	по собственному желанию
7	Лабзина Л.М.	Тренер	123-456-789 07	1 234 567 896	15.07.2022	24	Ж	Производственный персонал	7 (900) 123-45-87	2	Первая	Уволен	10.09.2024	по собственному желанию
8	Юданов А.А.	Тренер	123-456-789 08	1 234 567 897	17.10.2022	20	М	Производственный персонал	7 (900) 123-44-67	2	Первая	Уволен		
9	Некрасова А.А.	Тренер	123-456-789 09	1 234 567 898	03.04.2022	22	Ж	Производственный персонал	7 (900) 123-45-01	2	Первая	Работает		

Рис. 1. Таблица «Информация о сотрудниках»

Далее представлены ключевые результаты анализа кадровых процессов в организации [2-5].

1) Структура и численность персонала представлена на рис. 2.

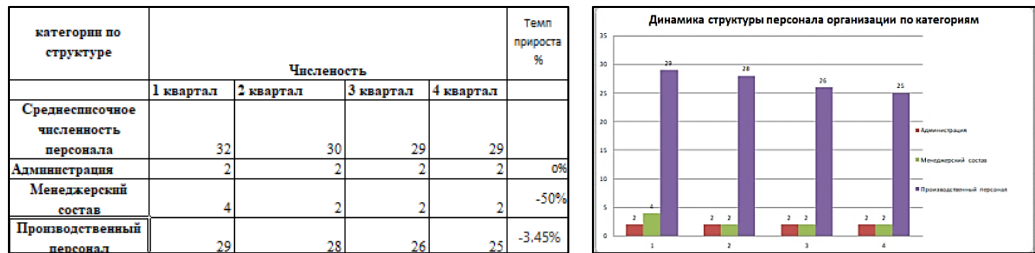


Рис. 2. Структура персонала организации по категориям

В течение 2024 года филиал ООО «ДЖЕТА» демонстрировала сокращение общей численности персонала – с 32 до 29 сотрудников, что говорит об оптимизации штата. При этом численность административного персонала осталась стабильной, в то время как доля менеджеров сократилась вдвое. Такое изменение может быть связано с реструктуризацией и внедрением новых управленческих практик.

2) Средний возраст и стаж работы представлен на рис. 3.



Рис. 3. Средний возраст сотрудников

Отмечена тенденция к омоложению коллектива: средний возраст сотрудников снизился с 22 до 21 года. Снижение среднего стажа с 2,2 до 1,4 лет подтверждает приход новых молодых специалистов. Это может говорить о фокусе компании на динамичное развитие и омоложение кадрового состава, что требует дополнительных усилий в области адаптации и обучения.

3) Гендерный состав

Динамика структуры персонала организации по гендерному признаку представлена на рис. 4.

Квартал	Мужской (%)	Женский (%)
1 квартал 2024	25%	75%
2 квартал 2024	37.5%	62.5%
3 квартал 2024	50%	50%
4 квартал 2024	53%	47%
Итог	46%	53,7%

Рис. 4. Распределение по полу поквартально

Гендерный баланс значительно изменился: если в начале года женщины составляли 75 % коллектива, то к четвёртому кварталу мужчины начали преобладать (53 %). Такая динамика может быть обусловлена как внутренними процессами, так и изменениями на рынке труда.

4) *Уровень удовлетворенности сотрудников.* Для выявления уровня удовлетворенности персонала была составлена анкета. Результаты анкетирования представлены на рис. 5.

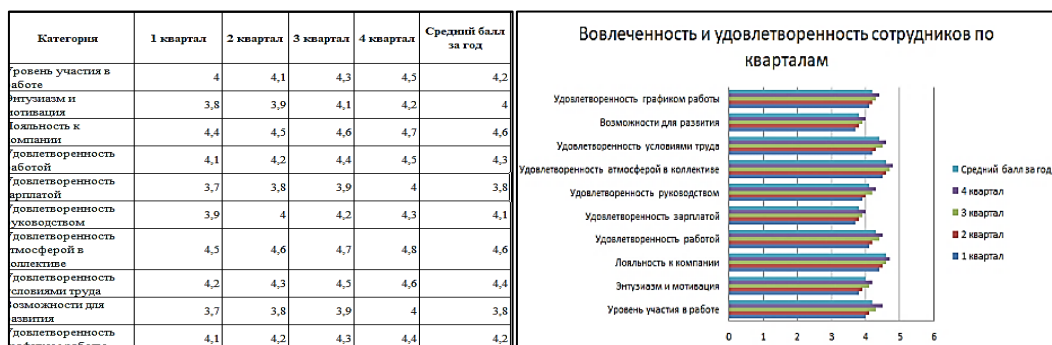


Рис. 5. Динамика уровня удовлетворенности персонала

Анкетирование выявило высокий уровень удовлетворенности в таких категориях, как коллективная атмосфера, условия труда и вовлеченность. Однако низкие оценки получены по таким критериям, как мотивация, зарплата и возможности профессионального роста. Это требует корректировки политики мотивации и внедрения программ развития.

5) HR-метрики и показатели эффективности представлены на рис. 6.

Анализ коэффициентов текучести кадров выявил стабильный рост списочной численности, но также указал на высокую динамику кадрового состава – коэффициент оборота по приёму достигал 136,8 %. При этом коэффициент постоянства состава оставался на уровне около 95 %, указывая на умеренную текучесть.

Показатель	Количественное измерение				Итого	Темп роста, %
	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал		
1. Состоящая численность на начало квартала, чел.	35	37	39	40	-	14,3%
2. Притоко, чел.	2	5	3	1	11	150,00%
3. Выбыло, чел.	0	3	2	1	6	-
3.1. По объективному желанию, чел.	0	3	2	1	6	-
3.2. За нарушение трудовой дисциплины, чел.	0	0	0	0	0	-
4. Состоящая численность на конец квартала, чел.	37	39	40	40	-	8,10%
5. Среднесписочная численность, чел.	36	38	39,5	40	-	-
6. Коэффициент оборота по приему, %	5,7	13,5	7,7	2,5	-	136,80%
7. Коэффициент оборота по выбытию, %	0	8,1	5,1	2,5	-	-
8. Коэффициент полного оборота, %	5,7	21,6	12,8	5	-	-
9. Коэффициент замещения, %	-	100	100	100	-	-
10. Коэффициент текучести кадров, %	96,6	94,6	97,4	100	-	3,50%

Рис. 6. Количественные показатели и их коэффициенты

Также проанализированы:

- стоимость текучести, включая затраты на подбор, обучение и увольнение;
- время закрытия вакансий, которое составило в среднем от 14 до 21 дней;
- источники подбора персонала, среди которых лидируют hh.ru и внутренние рекомендации;
- соотношение откликов и приглашений, где наиболее эффективным оказался подбор менеджеров (до 50 %).

Данные, полученные в ходе анализа, могут быть наглядно представлены с помощью интерактивного дашборда, представленного на рис. 7 [6, 7].

Такой формат визуализации способен стать прочной основой для принятия управленческих решений [4].

Благодаря ему руководство получает возможность оперативно оценивать текущую ситуацию, выявлять ключевые тенденции и закономерности, а также определять приоритетные направления развития компании.

На основе анализа сформулированы следующие выводы [8]:

1. Персонал – главный актив компании. Эффективное управление человеческим капиталом напрямую влияет на конкурентоспособность и успех компании.
2. Молодой коллектив требует дополнительных ресурсов на адаптацию и обучение.
3. Снижение удовлетворенности зарплатой и мотивацией требует пересмотра системы вознаграждений.
4. Изменения в структуре персонала должны сопровождаться анализом производительности и качества обслуживания.

На основании исследований можно сформулировать следующие рекомендации:

- разработать стратегию удержания кадров с акцентом на карьерный рост и систему премирования;
- усилить работу с внутренними источниками подбора, включая рекомендации;
- регулярно проводить анкетирование и анализировать его результаты;
- внедрить программы менторства для новых сотрудников;
- отслеживать влияние демографических изменений на эффективность работы.



Рис. 7. Дашборд HR-анализа

HR-отчет, основанный на структурированном анализе данных, является мощным инструментом для принятия обоснованных решений в сфере управления персоналом. Пример организации ООО «ДЖЕТА» показывает, что системная работа с HR-метриками позволяет выявить как сильные, так и проблемные стороны, на основе чего выстраивается стратегия развития.

Эффективная кадровая политика должна учитывать текущие тренды, адаптироваться под рынок и при этом сохранять внутреннюю устойчивость. Только в этом случае возможно достижение долгосрочного успеха.

Литература

1. Афанасьев В. Н. Статистическое исследование данных с помощью дашбордов // Вестник Московского университета им. С. Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2023. – № 3 (42).
2. Волков А. К. Основы создания дашбордов для бизнес-аналитики // Скиф. Вопросы студенческой науки. – 2022. – № 7 (73).
3. Григорьева М. В., Кох И. А. Роль дашбордов в принятии управленческих решений // Наука Красноярья. – 2021. – Т. 10, № 3–4.
4. Дашборды HR: Метрики, примеры и лучшие практики // Gable. – URL: <https://www.gable.to/> (дата обращения: 05.11.2024).
5. Лысенко Е. В. HR-метрики: учебно-методическое пособие / Е.В.Лысенко: Министерство науки и высшего образования РФ, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2024. – 172с.
6. Полное руководство по созданию HR-дашборда // SmartRecruiters. – URL: <https://www.smartrecruiters.com/> (дата обращения: 04.11.2024).
7. Петров И. А. Эффективные инструменты HR-анализа: практика и внедрение. – Издательство, 2023.

8. Сидоров А. В., Иванов П. Р. Современные методы управления человеческими ресурсами в условиях цифровой трансформации // Журнал «Управление personnel». – 2022.

9. Устав Общества с ограниченной ответственностью «Джета». – Новосибирск, 2021. – 15 с.

Effective human resource management

I.K. Shlikar^a, E.V. Lukovnikova

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^aanyutashlikar@mail.ru

Keywords: HR reporting, business analytics, HR analytics.

In the context of high competition in the labor market and rapid changes in the business environment, human resource management is becoming one of the key success factors of an organization. The article reviews modern approaches to the implementation of HR analytics and presents the results of a study conducted in a service sphere organization on the example of a branch of the restaurant chain Rostic's (hereinafter referred to as JETA LLC). The focus is on analyzing human resource processes, evaluating the effectiveness of personnel management, and developing recommendations to improve the company's competitiveness. It has been observed that HR reporting based on structured data analysis is a powerful tool for making informed decisions in the field of personnel management.

УДК 504.3.054

Целлюлозно-бумажное производство как источник техногенного загрязнения атмосферы

В.С. Азов^а, О.В. Игнатенко^б

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аazov.vitya@mail.ru, ^бoksana.vignatenko@gmail.com

Ключевые слова: производство целлюлозы; выбросы в атмосферу; дурнопахнущие газы; твердые вещества.

Целлюлозно-бумажная промышленность относится к ведущим отраслям народного хозяйства Российской Федерации. В статье приведены данные по объемам производства целлюлозы на крупнейших целлюлозных предприятиях России. Рассмотрены основные источники выделения загрязняющих веществ в сульфат-целлюлозном производстве, указан компонентный состав выбросов предприятий целлюлозно-бумажной промышленности и приведены данные по валовым выбросам ведущих предприятий отрасли. Отмечено, что основное негативное воздействие на состояние атмосферного воздуха связано с выбросами дурнопахнущих газов: сероводорода, метилмеркаптана, диметилсульфида, диметилдисульфида. Дана оценка вредного воздействия компонентов выбросов сульфат-целлюлозного производства на здоровье населения, проживающего в зоне влияния целлюлозно-бумажного предприятия. В последние годы наблюдается тенденция уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, связанная с реализацией природоохранных мероприятий технологического характера на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности. Проанализированы данные ежегодного снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, обладающих токсическим действием, на предприятии Филиал АО «Группа «Илим» в г. Братске за период 2016-2021 гг.

Целлюлозно-бумажная промышленность относится к ведущим отраслям народного хозяйства Российской Федерации, что обусловлено наличием огромных лесосырьевых ресурсов и большой потребностью в продукции данной отрасли, как в нашей стране, так и за рубежом. Продукцией отрасли является целлюлоза, бумага, картон и бумажно-картонные изделия. Почти на всех целлюлозно-бумажных предприятиях целлюлоза в дальнейшем перерабатывается в бумагу или картон, однако имеются исключения: например, в гг. Коряжме, Братске и Питкяранте стадия производства целлюлозы является завершающей – полученная здесь товарная целлюлоза отправляется на другие предприятия отрасли для дальнейшей переработки.

Целлюлозу в России выпускает более трёх десятков предприятий, причем значительная часть продукции ориентирована на экспорт. Наиболее крупные производства размещаются в Архангельской, Иркутской, Ленинградской, Калининградской областях, Пермском крае, республиках Коми и Карелия.

Объемы производства целлюлозы по варке на крупнейших целлюлозных предприятиях России (данные за 2020 год) представлены в таблице 1 [6].

Анализ данных таблицы 1 показывает, что АО «Группа «Илим» производит 42 % российской целлюлозы. Группа "Илим" включает в себя три ЦБК в Архангельской (г. Кораяжма) и Иркутской (гг. Братск и Усть-Илимск) областях. Крупнейшим целлюлозным предприятием в РФ является Филиал АО «Группа «Илим» в г. Братске.

Второй компанией по объему производства целлюлозы и древесной массы в стране является АО «Монди Сыктывкарский ЛПК», его доля оценивалась в 11,8 % общего объема производства по России.

Таблица 1
Объемы производства целлюлозы по варке на целлюлозных предприятиях России

Название предприятия	Объём варки целлюлозы, тыс. т/год	Доля, %
Филиал АО «Группа «Илим» в г. Братске	1404	16,1
Филиал АО «Группа «Илим» в г. Кораяжме	1314	15,1
АО «Монди Сыктывкарский ЛПК»	1025	11,8
АО «Архангельский ЦБК»	994	11,4
Филиал АО «Группа «Илим» в г. Усть-Илимске	953	10,9
АО «Сегежский ЦБК»	383	4,4
АО «Марийский ЦБК»	148	1,7
Всего	8703	-

Анализ территориального распределения предприятий по производству целлюлозы и бумаги показывает, что 60,1 % всего объема производства обеспечивают предприятиями Северо-Западного федерального округа (рис. 1). Значительная доля в структуре производства целлюлозы и древесной массы приходится на Сибирский федеральный округ – 26,3 % [7].

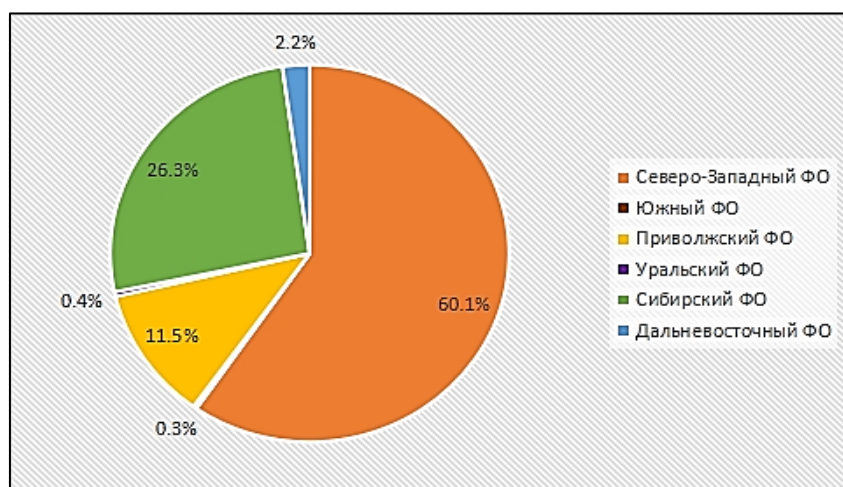


Рис. 1. Объем производства целлюлозы и древесной массы по федеральным округам РФ в 2021 г.

Цель исследования – проанализировать характер воздействия сульфат-целлюлозного производства на состояние атмосферного воздуха и оценить тенден-

ции изменения объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на крупнейших предприятиях отрасли.

В настоящее время сульфатный способ производства целлюлозы является доминирующим химическим процессом для получения технической целлюлозы с высокими прочностными характеристиками. Разнообразие и сложность химико-технологических процессов как собственно производства целлюлозы, так и регенерации химикатов, определяют разнообразие компонентного состава выбросов целлюлозно-бумажных предприятий, производящих целлюлозу сульфатным способом (табл. 2) [8].

Таблица 2

Компонентный состав выбросов предприятия по технологическим процессам

Технологический процесс	Загрязняющие вещества
Процесс получения сульфатной целлюлозы	
Варка, промывка, сортирование целлюлозы	ДПП, скипидар, метанол, фенол, оксид углерода, взвешенные вещества
Кислородно-щелочная делигнификации	оксид углерода
Отбелка целлюлозы	хлор, диоксид хлора, гидроксид натрия, диоксид серы
Формование, прессование, сушка целлюлозного полотна	бумажная пыль
Резка и упаковка	бумажная пыль
Процесс регенерации химикатов варки сульфатной целлюлозы	
Выпарка черного щелока	ДМС, ДМДС, ММ, сероводород, скипидар, метанол
Сжигание упаренного черного щелока в СРК	диоксид серы, сероводород, оксиды азота, взвешенные вещества
Каустизация зеленого щелока	ДМС, ДМДС, ММ, сероводород, взвешенные вещества
Регенерация извести	диоксид серы, сероводород, оксиды азота, взвешенные вещества
Производство побочных продуктов	ДМС, ДМДС, ММ, сероводород, скипидар, метанол

Причиной образования вредных веществ при данном способе производства целлюлозы является использование в технологическом процессе сульфида натрия и содержание в древесине метоксильных групп, приводящих к образованию серосодержащих дурнопахнущих соединений: сероводорода, метилмеркаптана (ММ), диметилсульфида (ДМС), диметилдисульфида (ДМДС) и летучих органических соединений: скипидара, метанола. Загрязнение атмосферы происходит также продуктами горения топлива: черного щелока, угля, коры, осадка и мазута, а также продуктами обжига известкового шлама.

Влияние выбросов целлюлозно-бумажной промышленности на атмосферу и их токсичность представляет собой сложную экологическую проблему. Основные источники загрязнения атмосферы связаны с технологическими процессами варки целлюлозы, отбелки, сушки продукции, производства химикатов, а также с энергетическими установками, обеспечивающими производство теплом и электроэнергией.

Экологическую обстановку в районах расположения сульфат-целлюлозных предприятий во многом определяют выбросы дурнопахнущих газов, к которым относятся сероводород, диметилсульфид, диметилдисульфид, метилмеркаптан. Эти

вещества обладают высокой токсичностью и характерным неприятным запахом, что негативно влияет на качество жизни населения вблизи производственных зон.

Исследования показывают, что наиболее чувствительными объектами токсического воздействия сероводорода являются дыхательные пути и нервная система человека. Воздействие сероводорода вызывает раздражение слизистых оболочек глаз, носа и горла, головные боли, ухудшение памяти, а также затруднение дыхания у больных бронхиальной астмой.

Вдыхание метилмеркаптана может вызвать лихорадку, кашель, одышку, отек легких, дыхательную недостаточность. Также могут возникнуть потеря памяти, повреждение центральной и периферической нервной системы, тремор, судороги. Лица с заболеваниями сердца, легких, крови и нервной системы могут иметь повышенную восприимчивость к токсическому действию метилмеркаптана.

Диметилсульфид и диметилдисульфид также обладают неприятным запахом и оказывают раздражающее воздействие на слизистые оболочки и кожу. Характерной реакцией на вдыхание данных соединений является кашель, тошнота, головная боль, слабость. Хроническое воздействие способствует развитию респираторных заболеваний.

Твердые частицы, особенно мелкодисперсные фракции PM_{2,5} и PM₁₀, также вносят вклад в загрязнение воздушного бассейна. Эти частицы проникают в легкие, вызывая воспалительные реакции, астму и сердечно-сосудистые патологии.

В составе твердого вещества выбросов токсическим действием обладают оксид кальция (пыль известковая) и мазутная зола, содержащая соединения ванадия.

Особую опасность представляют выбросы хлорорганических соединений, образующихся на этапе отбелки целлюлозы. Хотя современные предприятия активно переходят на технологии Elemental Chlorine Free (ECF) и Totally Chlorine Free (TCF), заменяя молекулярный хлор диоксидом хлора (ClO₂) или перекисью водорода, риск образования стойких органических загрязнителей, таких как диоксины и фураны, сохраняется. Эти вещества обладают кумулятивным эффектом и даже в минимальных концентрациях оказывают канцерогенное, мутагенное и иммунотоксическое действие.

Энергетический сектор целлюлозно-бумажных предприятий генерирует значительные объемы CO₂, усиливая парниковый эффект. Общий углеродный след отрасли остается существенным, особенно при учете косвенных выбросов.

Сокращение образования выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, в первую очередь, обеспечивается применением современных технологий, как в области производства целлюлозы, так и при сжигании топлива. Снижение объемов поступления загрязняющих веществ в атмосферу предусмотрено путем улавливания на высокоэффективном пылегазоочистном оборудовании или путем утилизации (сжигания) в котлах ТЭС. Пылегазоочистным оборудованием на современных целлюлозно-бумажных предприятиях оснащаются практически все организованные источники выделения вредных выбросов, оказывающие существенное влияние на загрязнение атмосферы.

Внедрение кислородной делигнификации на этапе варки целлюлозы позволяет сократить применение серы на 20÷30%, а также уменьшить выбросы сероводорода и меркаптанов. Замкнутые системы регенерации щелочи в процессе Крафта, такие как современные выпарные установки, не только снижают потребление химикатов, но и предотвращают утечки токсичных веществ [4].

Химическая модернизация фокусируется на замене токсичных реагентов. Переход от хлорной отбелки к ECF-технологиям (с диоксидом хлора) и TCF-

методам (с озоном, пероксидом водорода) позволил сократить выбросы хлорорганических соединений на 90÷95 %. Биокаталитические системы, включающие ферменты лакказы и ксиланазу, открывают новые возможности для интенсификации делигнификации. Лакказы, медьсодержащая оксидоредуктаза, катализирует окисление фенольных групп лигнина при pH 4–5, снижая потребность в щелочах на 15÷20 % [4].

Использование автоматизированных систем контроля позволяет достичь оптимизации технологических процессов. Например, система динамического контроля pH в варочных котлах сокращает перерасход сульфидов на 10÷12 %, что снижает объемы выделения серосодержащих дурнопахнущих соединений в варочно-промыльных цехах.

Для очистки газов применяются многоступенчатые системы: электрофилтры с эффективностью свыше 99 % улавливают микрочастицы сажи и пыли, а скрубберы с щелочными растворами нейтрализуют диоксид серы.

Контроль эффективности работы пылегазоочистного оборудования на целлюлозно-бумажных предприятиях осуществляется в рамках производственного экологического контроля и инвентаризации выбросов, что регламентируется федеральным законодательством и отраслевыми стандартами. Ключевыми параметрами контроля являются концентрация загрязняющих веществ (таких как пыль, диоксид серы, диоксид азота и хлор) на входе и выходе пылегазоочистного оборудования, расход газовой смеси и расчет эффективности очистки по компонентам.

Энергетическая трансформация в отрасли направлена на замещение ископаемого топлива возобновляемыми источниками. Например, использование биомассы – коры, щепы, лигнина – в котлах-утилизаторах позволяет покрыть до 70 % энергопотребления предприятия, сокращая выбросы CO₂ на 1,5÷2 тонны на каждую тонну целлюлозы [5].

В 2021 году валовые выбросы в атмосферу Филиала АО «Группа «Илим» в г. Братске составили 4976 т, из них твёрдые вещества – 1782 т. С целью сокращения выбросов пыли на содорегенерационных котлах и известерегенерационных печах Филиала АО «Группа «Илим» в г. Братске было установлено высокоэффективное газоочистное оборудование (электрофилтры), соответствующее наилучшим доступным технологиям. Плановое внедрение на предприятии проектов по утилизации низкоконтентрированных дурнопахнущих газов привело к существенному уменьшению выбросов ДПП в атмосферу – на 79,6 % в 2021 году (относительно 2011 года) [1, 2].

Реализация природоохранных мероприятий на предприятии Филиал АО «Группа «Илим» в г. Братске позволила обеспечить практически ежегодное снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, обладающих токсическим действием (табл. 3).

Таблица 3

Снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу
на предприятии Филиал АО «Группа «Илим» в г. Братске за 2016–2021 гг.

Загрязняющие вещества	Снижение (-) выбросов, т/год						за весь период
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	
Сероводород	-23	-6	0	-1	-2	+1	-31
ДМС	-7	-42	-2	0	+3	-1	-49
ДМДС	н.д.	н.д.	-4	0	+1	0	-3
Скипидар	н.д.	н.д.	-80	-19	+35	-22	-86
Твердые вещества	- 239	+44	-43	+173	-115	-43	-223
Валовый выброс	-397	+177	+136	-280	+24	-116	-456

На предприятии Филиал АО «Группа «Илим» в г. Усть-Илимске также была проведена модернизация содорегенерационных котлов, известерегенерационных печей и корьевых котлов с установкой нового газоочистного оборудования для сокращения выбросов пыли и сернистых соединений, внедрена ступень кислородно-щелочной отбелки. Большая часть дурнопахнущих газов направляется на сжигание в специальные печи «Пиллард». По данным на 2022 год, выбросы загрязняющих веществ предприятия в г. Усть-Илимске снизились почти на 20 % по сравнению с 2016 годом. В 2022 году общее количество выбросов в атмосферу составило 6322 т, из них твёрдые вещества – 2590 т. Количество ингредиентов, присутствующих в выбросах в атмосферу, – 55, в том числе твёрдых – 22 [3].

Выброс загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников Филиала АО «Группа «Илим» в Коряжме в 2005 году составлял 12,5 тыс. тонн, в 2020 году – 8,52 тыс. тонн.

В перспективных планах развития отрасли предусматривается увеличение годового производства целлюлозы по варке с одновременным снижением выбросов загрязняющих веществ в атмосферу посредством реализации природоохранных мероприятий.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2020 году». – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2021. 330 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Иркутской области в 2021 году». – Ижевск: ООО «Принт», 2022. 252 с.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2022 году». – Иркутск: ООО «Максима», 2023. 285 с.
4. Кряжев А.М. Наилучшие доступные технологии – основа развития целлюлозно-бумажной промышленности и лесопромышленного комплекса России в XXI веке. – Санкт-Петербург, Реноме. 2020. 74 с.
5. Концепция модернизации энерготехнологических комплексов в ЦБП. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-modernizatsii-energotehnologicheskikh-kompleksov-v-tsbp/> (дата обращения 20.03.2025)
6. Производители целлюлозы в России – 2021 г. – URL: https://www.lesonline.ru/analitic/?cat_id=12&n=403200/ (дата обращения 20.03.2025)
7. Современное состояние, тенденции и перспективы развития целлюлозно-бумажной промышленности Российской Федерации. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-tendentsii-i-perspektivy-razvitiya-tsellyulozno-bumazhnoy-promyshlennosti-rossiyskoy-federatsii/> (дата обращения 20.03.2025)
8. Технология целлюлозы. В 3-х т. Т. II. Непенин Ю. Н. Производство сульфатной целлюлозы: Учебное пособие для вузов. – М: Лесная промышленность, 1990. 600 с.

Pulp and paper production as a source of anthropogenic pollution of the atmosphere

V.S. Azov^a, O.V. Ignatenko^b

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^aazov.vitya@mail.ru, ^boksana.vignatenko@gmail.com

Keywords: pulp production; emissions into the atmosphere; foul-smelling gases; solids.

The pulp and paper industry is one of the leading branches of the national economy of the Russian Federation. The article provides data on the volume of pulp production

at the largest pulp enterprises in Russia. The main sources of pollutants in sulfate pulp production are considered, the component composition of emissions from the pulp and paper industry is indicated, and data on gross emissions from leading enterprises in the industry are presented. It is noted that the main negative impact on the state of atmospheric air is associated with emissions of foul-smelling gases: hydrogen sulfide, methyl mercaptan, dimethyl sulfide, dimethyl disulfide. The assessment of the harmful effects of the components of sulfate-pulp production emissions on the health of the population living in the zone of influence of the cellulose-paper enterprise is given. In recent years, there has been a tendency to reduce emissions of pollutants into the atmosphere associated with the implementation of environmental protection measures of a technological nature at pulp and paper industry enterprises. The data on the annual reduction of emissions of pollutants into the atmosphere with toxic effects at the Branch of JSC "Ilim Group" in Bratsk for the period 2016-2021 are analyzed.

УДК 504.75.05

Разработка и внедрение здоровьесберегающих технологий в современном вузе

А.Н. Астапенко^a, В.А. Никифорова^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^aastap444@yandex.ru, ^bnikiforovabr@mail.ru

Ключевые слова: здоровьесберегающие технологии; здоровье; образовательная среда; студенты.

В статье рассмотрены аспекты реализации здоровьесберегающих технологий в современном высшем учебном заведении. Показано многообразие трактовок понятия здоровья как сложного и неоднозначного явления, на основе которого представлены модели определения здоровья: медицинская, биомедицинская, ценностно-социальная и биосоциальная. Сделан акцент на здоровьесберегающие образовательные технологии для сохранения и развития духовного, эмоционального, интеллектуального, личностного и физического здоровья всех субъектов образования, что определяет одно из направлений деятельности Братского Государственного Университета. Представлены результаты изучения состояния здоровья студенческой молодежи вуза, указывающий на высокий уровень заболеваемости обучающихся на всех курсах обучения. Определен алгоритм работы здоровьесберегающей технологии и выделены основные критерии: информационный, инструментальный, социальный, финансовый и правовой. Выделены классификационные характеристики здоровьесберегающих технологий по направлению деятельности санатория-профилактория вуза.

Состояние здоровья студенческой молодежи, как и населения в целом, не только важный индикатор общественного развития, отражение социально-экономического и гигиенического благополучия страны, но и мощный экономический, трудовой, оборонный и культурный потенциал общества, фактор и компонент благосостояния [3].

Студенты представляют особую социальную группу, характеризующуюся определенным возрастом, специфическими условиями труда и жизни.

Анализ состояния здоровья студентов многих вузов в различных регионах страны указывает на его отрицательную динамику в процессе обучения. Согласно данным ряда авторов, в последнее десятилетие наблюдается снижение здоровья студенческой молодежи, высокий уровень распространённости функциональных отклонений [3,4].

Существующие проблемы требуют поиска новых путей решения, создания новых современных технологий оздоровления студенческой молодежи, которые должны быть научно обоснованы.

На сегодняшний день изучение воздействия возрастающей социальной, интеллектуальной и экологической нагрузки на функционирование основных органов и систем у студентов обуславливает актуальность исследований области реализации здоровьесберегающих технологий в высшем учебном заведении.

Целью работы является рассмотрение основных аспектов реализации здоровьесберегающих технологий в современном классическом университете.

Согласно определению Всемирной организации здравоохранения, «здоровье» – это не только отсутствие заболеваний, но и абсолютное психическое, физическое и социальное благополучие человека, гармоничная не только для организма, но и для окружающей среды, способность человека к полноценному выполнению основных социальных функций, адаптация в социуме [5].

Многообразие трактовок понятия здоровья показывает его как сложное и неоднозначное явление (рис. 1). С появлением такой проблемы в обществе появилась потребность после ее изучения создать модель здоровья, здорового образа жизни и в результате анализа разной литературы, проведенных исследований модель здоровья была представлена как четырехуровневая иерархическая система [2].

Медицинская, которая подчеркивающая отсутствие болезни, нормальное функционирование организма;

Биомедицинская, где главным является взаимодействие со средой, способность приспосабливаться к меняющимся условиям, субъективное ощущение здоровья;

Ценностно-социальная модель, подчеркивающая моменты общения и взаимодействия людей. Здоровье должно пониматься как ценность для человека, необходимой предпосылкой для полноценной жизни каждой личности;

Биосоциальная, делающая упор на работоспособность, слаженность профессиональной или учебной деятельности. Считается, что в этой модели социальным признакам придается приоритетное значение.

Рис. 1. Модели определения здоровья

Важность изучения внедрения здоровьесберегающих технологий в высшей школе обусловлена тем, что одной из основных проблем студенческой молодежи является средний уровень успеваемости в связи с высоким процентом заболеваемости.

На современном этапе развития общества профилактика нарушения здоровья студенческой молодежи вышла из сферы деятельности только органов здравоохранения и в значительной степени является также компетенцией учреждений сферы образования.

Одним из направлений деятельности Братского Государственного Университета является реализация здоровьесберегающих технологий в высшем учебном заведении, которые нацелены на раннюю профилактику различных заболеваний, на воспитание у студентов психофизиологических навыков поведения и воспитания здорового образа жизни.

При этом необходимо подчеркнуть, что здоровьесберегающей образовательной технологией является система, которая создает необходимые условия для сохранения и развития духовного, эмоционального, интеллектуального, личностного и физического здоровья всех субъектов образования.

В эту систему входят:

- проведение мониторинга состояния здоровья обучающихся, который проводится медицинскими работниками;
- учет особенностей возрастного развития обучающихся и разработка образовательной стратегии, соответствующей данной возрастной группы;
- создание оптимального психологического климата в процессе реализации здоровьесберегающей технологии;
- использование разнообразных видов здоровьесберегающей деятельности обучающихся, направленных на сохранение и повышение резервов здоровья, работоспособности.

Новая полоса изысканий в области изучения состояния здоровья представлена нами результатами исследования, в которых приняли участие студенты Братского государственного университета I курса – 268 чел. и IV курса – 155 чел.

На основании проведенных медицинских осмотров контингент обучающихся был распределен по группам здоровья (табл. 1) в соответствии с классификацией оценки здоровья Косолапова А.Б. [1].

Таблица 1

Распределение студентов по группам здоровья, %

Группы здоровья	I курс	IV курс
1	39,7 ± 2,6	42,6 ± 4,4
2	51,2 ± 2,1	48,8 ± 4,7
3	9,1 ± 2,6	8,6 ± 6,4

В результате изучения был получен материал, анализ которого позволил констатировать высокий уровень заболеваемости студентов на всех курсах обучения.

Санаторий-профилакторий является важным звеном структуры здоровьесберегающей программы здоровья университета. Направление студентов в течение всего учебного года в санаторий-профилакторий является одной из важнейших ступеней программы по адаптации учащейся молодежи университета. Для снятия психологической напряженности в санатории-профилактории проводятся консультации психолога и психотерапевта, массаж, водные процедуры. Комната психологической разгрузки обеспечивает проведение сеансов психоэмоционального восстановления и психологической релаксации.

Теоретический анализ литературных источников, результаты собственных исследований позволили составить алгоритм работы здоровьесберегающей технологии и выделить основные критерии:

- информационная часть – представлена концепцией и принципами, обеспечивающие реализацию цели и задач здоровьесберегающей технологии.
- инструментальная часть, к которой относятся материальная база и ее гигиеническое состояние.
- социальная часть – кадровое обеспечение, его компетентность, готовность и устремленность к реализации «здоровьесберегающей» технологии.
- финансовая часть – это все бюджетные и внебюджетные поступления, их соотношение для реализации данных технологий в учебном процессе.
- нормативно-правовое обеспечение – использование государственных нормативных актов (федерального, регионального и муниципального уровня, собственных средств).

Кроме этого, вышеизложенное подчеркивает необходимость обстоятельного рассмотрения вопроса о видах здоровьесберегающих технологий (рис. 2).

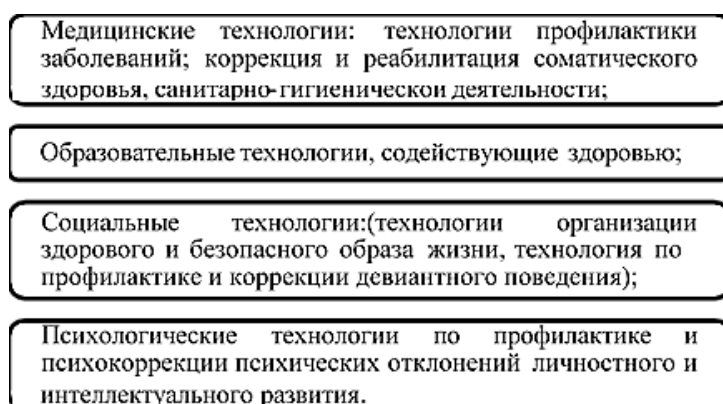


Рис. 2. Классификация здоровьесберегающих технологий по направлению деятельности

В заключении необходимо отметить, что основной целью здоровьесберегающих технологий в образовательных учреждениях выступает обеспечение в первую очередь, условий для физического, психического, социального и духовного комфорта, которые способствуют сохранению и укреплению здоровья субъектов образовательного процесса, их продуктивной учебно-познавательной и практической деятельности, основанной на научной организации труда и культуре здорового образа жизни личности.

Литература

1. Косолапов А.Б. Проблемы изучения, сохранения и развития здоровья студентов. – Владивосток, 2003. – 116 с.
2. Литовченко О. С. Представление о здоровье в современной науке // Молодой ученый. – 2014. – № 4. – С. 697–699.
3. Никифорова В.А. Экология и здоровье молодого поколения Восточной Сибири / В.А. Никифорова, Т.Г. Перцева. Е.А.Прохоренко, А.А.Никифорова – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2014. – 91 с.
4. Никифорова В.А. Проблемы здоровья современной студенческой молодежи в условиях экологического неблагополучия / В.А. Никифорова, Т.Г. Перцева, Е.А. Прохоренко, А.А. Никифорова // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 4 (12). С. 192–196.

5. Смирнов Н.К. Здоровьесберегающие образовательные технологии в современной школе [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://el.z-pdf.ru/31pedagogika/16815-1-nk-smirnov-zdorovesberegayuschieobrazovatelnie-tehnologii-sovremennoy-shkole-m-apk-pro-2002-121s-pechataetsya-g.php/> (дата обращения: 02.04.2025).

6. Соловьева Н.И. Концепция здоровьесберегающей технологии в образовании и основы организационно-методические подходы ее реализации // ЭКО. – 2004. № 17. – С. 23–28.

Development and implementation of health-saving technologies in a modern university

A.N. Astapenko^a, V.A. Nikiforova^b

Bratsk State University, st.Makarenko 40, Bratsk, Russia

^aastap444@yandex.ru, ^bnikiforovabr@mail.ru

Key words: health-saving technologies; health; educational environment; students.

The article discusses aspects of the implementation of health-saving technologies in a higher educational institution. The functions of health-saving educational technologies are. The article considers aspects of implementation of health-saving technologies in a modern higher educational institution. It shows a variety of interpretations of the concept of health as a complex and ambiguous phenomenon on the basis of which models of health definition are presented: medical, biomedical, value-social and biosocial. The emphasis is placed on health-saving educational technologies for the preservation and development of spiritual, emotional, intellectual, personal and physical health of all subjects of education, which determines one of the areas of activity of Bratsk State University. The results of the study of the health status of university students are presented, indicating a high level of morbidity among students in all courses of study. It is determined to compile an algorithm for the operation of health-saving technology and highlight the main criteria: information, instrumental, social, financial and legal. Classification characteristics of health-saving technologies in the direction of activity of the university sanatorium-preventorium are highlighted.

УДК 504.06: 674.8

Утилизация отходов производства целлюлозы сжиганием в корьевых котлах в кипящем слое

В.В. Бородин^a, М.А. Варданян^b, Д.Э. Маргарян^c

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

ОАНО ВО «МосТех», просп. Ленинградский, д. 80, Москва, Россия

^aznaikin2018-school@yandex.ru, ^bcro@brstu.ru

Ключевые слова: целлюлозно-бумажная промышленность, отходы производства и потребления, утилизация отходов.

В статье изучены вопросы утилизации отходов производства целлюлозы на Филиале АО «Группа «Илим» в г. Братске, специализирующемся на переработке

лиственной и хвойной древесины и получения целлюлозных полуфабрикатов и товарной продукции. Установлено, что предприятие является источником образования отходов производства и потребления в объёме более 1 млн. т в год, большинство из которых – отходы IV-V классов опасности, подвергающиеся утилизации (сжиганию) в корьевых котлах с применением технологии «кипящего слоя». Выявлено, что побочным продуктом деятельности по утилизации отходов в корьевых котлах является зола от сжигания кородреvesных отходов, в полном объёме захоранивающаяся на ОРО Филиала (шламонакопитель № 1) как отход IV класса опасности.

Филиал АО «Группа «Илим» в г. Братске (далее – Филиал) является многопрофильным предприятием, перерабатывающим лиственную и хвойную древесину на целлюлозные полуфабрикаты и товарную продукцию [1]. В процессе хозяйственной и производственной деятельности на Филиале ежегодно образуется более 1 млн. т отходов производства и потребления (далее – отходы), которые подвергаются следующим видам обращения (рис. 1):

- сжигание отходов в корьевых котлах Филиала – 323518 т (26,95 %);
- передача отходов сторонним организациям для их утилизации (отходы I-III классов опасности, отходы оргтехники и шины пневматические, относящиеся к IV классу опасности) – 94,152 т (18,41 %);
- захоронение отходов на ОРО Филиала – шламонакопителях № 1 и № 3 (большинство отходов IV-V классов опасности) – 221053,19 т (0,01 %) [6].



Рис. 1. Обращение с отходами Филиала, % (2024 г.)

Как видно из рис. 1, большая часть отходов сжигается.

Целью данного исследования является изучение особенности процесса утилизации отходов производства целлюлозы на Филиале АО «Группа «Илим» в г. Братске в корьевых котлах с применением технологии «кипящего слоя».

В топках с кипящим слоем количество горючего материала составляет обычно небольшую долю от массы слоя, основу которого составляет какой-либо инертный материал или зола топлива (при сжигании высокозольных углей). Интенсивное перемешивание твёрдых частиц под воздействием оживающего воздуха, проходящего через слой зернистого материала, обеспечивает повышенный тепло- и массообмен в слое. Погружение в кипящий слой поверхностей нагрева позволяет поддерживать температуру на таком уровне, при котором не происходит зашлаковки слоя.

Процесс сжигания отходов показан на рис. 2.

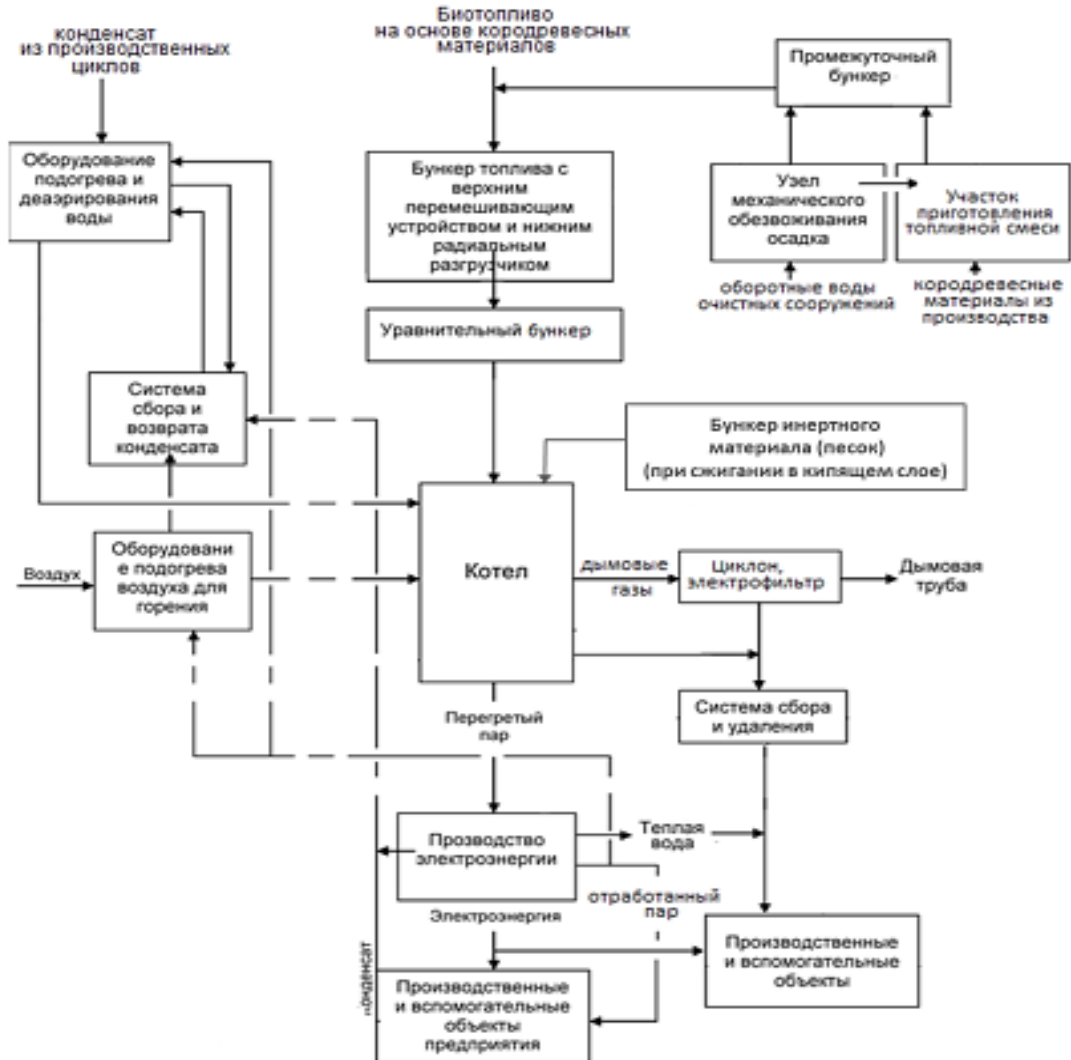


Рис. 2. Общая технологическая схема процесса сжигания кородревесных отходов (КДО) и осадков сточных вод предприятия

Процесс сжигания отходов включает следующие подпроцессы [3]:

- подготовка топливной смеси и подача в котёл;
- подготовка питательной воды и подача в котёл;
- подготовка воздуха для горения и подача в котёл;
- горение топлива в реакторе;
- сбор и удаление золы и донного осадка;
- просеивание донного осадка;
- очистка дымовых газов.

Анализ современной научно-практической литературы показал, что наилучшим достижением в области сжигания отходов производства и осадков очистных сооружений является технология «кипящего слоя», получившая широкое применение на большинстве предприятий ЦБП в мире и в РФ, в т.ч. и на Филиале [3].

Принцип работы реакторов с кипящим (псевдооживленным) слоем состоит в подаче горячего воздуха через слой инертного материала (песок с размером частиц $1 \div 5$ мм), поддерживаемого колосниковой решёткой. При критической скорости потока газа инертный слой переходит во взвешенное состояние, напоминающее кипящую жидкость. Поступивший в реактор отход интенсивно перемешивается с инертным слоем, при этом существенно интенсифицируется теплообмен.

Воздухораспределительная решётка обеспечивает равномерность прохождения потока воздуха через слой для обеспечения хорошего псевдооживления. Применяются три типа решёток: перфорированная, трубчатая и решётка с насадками.

Для установок, в которых разогрев слоя осуществляется с помощью газовых горелок или мазутных форсунок, конструкция решётки должна быть рассчитана на прохождение горячих газов. Обычно в таких случаях применяются водоохлаждаемые решётки либо решётки из жаропрочных, легированных сталей.

Отходы, подлежащие сжиганию в кипящем слое, требуют предварительной обработки, то есть:

- должны быть удалены крупные фракции, создающие помехи (например, металлоотходы);
- отходы не должны содержать радиоактивных компонентов;
- отходы подлежат измельчению до необходимого размера частиц [4].

В зависимости от характера псевдооживления различают три модификации кипящего слоя: стационарный, вихревой и циркулирующий.

В топку со *стационарным кипящим слоем* подаются известняк, песок, гранулированная зола или другой зернистый (инертный) материал, образующий с дроблёным углём (размер частиц $1,5 \div 6$ мм) суспензионный кипящий слой под действием восходящего потока воздуха, поступающего через сопла, расположенные в колосниковой решётке в нижней части топки.

Поддержание температуры кипящего слоя в необходимых пределах ($850-950^{\circ}\text{C}$) и организация самого процесса «кипения» как раз и осуществляются за счёт того, что вместе с топливом подаётся какой-либо инертный мелкодисперсный материал (в соотношении примерно 1:1).

Простейшая топка с кипящим слоем имеет много общих конструктивных элементов со слоевой топкой. Принципиальное отличие заключается в интенсивном перемешивании частиц, что обеспечивает постоянство температуры по всему объёму (по высоте и сечению) кипящего слоя и, как следствие, высокие значения коэффициента теплоотдачи к поверхностям теплообмена.

Технология кипящего слоя позволяет сжигать дроблёное топливо с размером частиц до $10 \div 20$ мм (при сжигании древесных отходов – до 35 мм) при среднем оптимальном размере частиц $\delta_{\text{ср}} = 2-3$ мм. Такому размеру частиц соответствует рабочая оптимальная скорость псевдооживления (скорость витания частиц) от 1,5 до 4 м/с, что в $2 \div 3$ раза превышает скорость предела устойчивости плотного слоя, состоящего из частиц такого диаметра.

Вторым поколением в развитии технологии сжигания в кипящем слое является *топка с циркулирующим кипящим слоем*.

Принципиальное отличие заключается в том, что за топкой устанавливается циклон, в котором все недогоревшие частицы улавливаются и возвращаются обратно в топку. Таким образом, частицы оказываются «запертыми» в замкнутой системе топка-циклон-топка до тех пор, пока не сгорят полностью. Такие реакторы по экономичности практически не уступают камерным топкам, при сохранении всех экологических преимуществ.

Топки с циркулирующим кипящим слоем отличаются более высокой степенью выгорания топлива (примерно $98 \div 99$ % против $90 \div 95$ % у котлов со стационарным кипящим слоем) и могут работать с меньшим коэффициентом избытка воздуха [5].

Особенностью низкотемпературной *вихревой технологии* сжигания, является совместное слоевое и факельно-вихревое сжигание, что применимо практически для любого вида твердого отхода. Вихревые топki, благодаря повышенной форсировке топочных процессов, более компактны: крупные фракции отходов сжигаются в слое на механизированной колосниковой решетке, а мелкие уносимые частицы аэродинамически удерживаются в топке и заполняют вихрь излучающим потоком горящих частиц. Соответственно в вихревой топке сглаживаются неравномерности тепловыделения с подавлением температурного максимума ядра факела. Благодаря механизации и малой массе отходов в слое, топki не требуют особых затрат ручного труда и легко автоматизируются.

Имеющийся многолетний опыт эксплуатации котлов с технологией «кипящего слоя», результаты режимных и балансовых испытаний специализированных организаций позволили производителям разработать котлы с достаточно высоким КПД.

Котлы могут работать в широком диапазоне соотношения топливных смесей: хвойная кора, лиственная кора, осадок (необработанный ил) от биологической очистки сточных вод, опилки, непровар. При наличии эффективной системы топливоподготовки современные конструкции котлов позволяют поддерживать стабильный режим выработки тепла с возможностью его дальнейшего использования для получения электроэнергии.

Найдено, что побочным продуктом (отходом) деятельности по утилизации отходов в корьевых котлах является отход IV класса опасности «Зола от сжигания кородревесных отходов и осадков очистки сточных вод целлюлозно-бумажного производства» (код ФККО – 74221111494), характеризующийся следующим компонентным составом (%): оксид кремния – 47,87; оксид кальция – 14,25; оксид алюминия – 9,75; углерод – 9,27; оксид железа – 7,17; оксид магния – 3,94; калий – 3,899; окись марганца – 2,26; оксид фосфора – 0,82; цинк – 0,49; натрий – 0,228; сульфат-ион – 0,023; кадмий – 0,011; ванадий – 0,005; медь – 0,005; хром – 0,005; никель – 0,0027; свинец – 0,0013 [2].

Указанный отход в полном объеме передается на захоронение на ОРО Филиала (шламонакопитель № 1) в течение отчетного года. Объемы образования отхода за период 2017–2024 гг. представлены на рис. 3 [2].

Анализ сведений, приведенных на рисунке 3, позволяет сделать вывод о том, что с 2017 по 2024 гг. происходило снижение объемов образования, и, соответственно, захоронения на шламонакопителе №1, золы от сжигания кородревесных отходов с 12,7 тыс. т в 2017 г. до 4,9 тыс. т в 2024 г., что является прямым следствием уменьшения общего объема отходов, направляемых на утилизацию в корьевых котлах.

Установлено, что технология «кипящего слоя» характеризуется следующими видами воздействия на окружающую среду:

- вредные выбросы с дымовыми газами, включая: окислы азота (NO_2), оксиды серы (SO_2), оксид углерода (CO), взвешенные вещества;
- удельные показатели выбросов вредных веществ: окислы азота (NO_2) $< 250 \text{ мг/м}^3$, оксиды серы (SO_2) $< 500 \text{ мг/м}^3$, оксид углерода (CO) $< 250 \text{ мг/м}^3$, взвешенные вещества $< 100 \text{ мг/м}^3$;
- использование добавочного песка для компенсации уноса;

- потребление воды для систем охлаждения и восполнения потерь;
- шум от работающего оборудования (<80 дБА на расстоянии 1 м) [3].

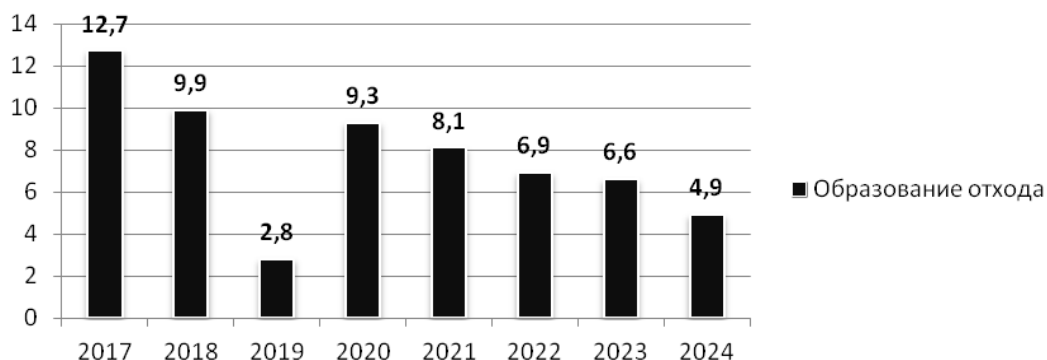


Рис. 3. Объёмы образования отхода «Зола от сжигания кородревесных отходов» за период 2017-2024 гг., тыс. т

Показано [5], что эксплуатация котлов с топками низкотемпературного кипящего слоя, имеет и недостатки, такие как:

- сложность регулирования производительности котла, что обусловлено узким диапазоном рабочих температур реактора кипящего слоя;
- при понижении температуры слоя до 750°C горение становится неустойчивым и возможно его прекращение, вызывающее необходимость повторного запуска котла;
- истирание частиц твёрдого инертного материала и унос их потоком оживающего агента;
- эрозия поверхностей нагрева;
- ограниченный диапазон скоростей оживающего агента;
- повышенный расход электроэнергии на привод вентиляторов для подачи воздуха в зону горения и создания кипящего слоя.

Выявлены следующие преимущества топок с кипящим слоем [3], такие как:

- высокий коэффициент конвективного теплообмена;
- длительное пребывание частиц в слое позволяет сжигать дроблёное топливо, а также уголь с повышенной зольностью и отходы производства;
- возможность создать более компактное топочное устройство без системы пылеприготовления;
- добавка известняка в слой связывает серу топлива с зольным остатком, что уменьшает выбросы сернистого ангидрида с дымовыми газами в атмосферу;
- низкие температуры в слое (800–950 °C) обеспечивают отсутствие термических оксидов азота, что приводит к сокращению выбросов оксидов азота в атмосферу.

Литература

1. Бородин В.В., Сягов Д.А., Варданян М.А. Образование отходов производства целлюлозы и обращение с ними на Филиале АО «Группа «Илим» в г. Братске // Молодая мысль: наука, технологии, инновации: материалы XVI (XXII) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: Изд-во «БрГУ», 2024. – С. 44-48.

2. Данные учета в области обращения с отходами по Филиалу АО «Группа «Илим» в г. Братске за 2022 г. к Порядку учета в области обращения с отходами, утвержденному приказом Минприроды России от 8 декабря 2020 года N 1028
3. ИТС 1-2022. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Целлюлозно-бумажное производство – г. Москва, 2022 г., 406 с.
4. ИТС 9-2020. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами – г. Москва, 2020 г., 200 с.
5. Сжигание в кипящем слое. – URL: <https://studfile.net/preview/1800217/page:10/> (дата обращения: 28.03.2025).
6. Форма федерального статистического наблюдения № 2-ТП (отходы) «Сведения об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления». Данные учета в области обращения с отходами Филиала АО «Группа «Илим» в г. Братске» за 2017 – 2024 гг.

Utilization of pulp production waste by combustion in boiling bed boilers

V.V. Borodin^a, M.A. Vardanyan^b

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^aznaikin2018-school@yandex.ru, ^bcpo@brstu.ru

Keywords: pulp and paper industry, production and consumption waste, waste management.

The article studies the issues of utilization of waste of pulp production at the Branch of JSC "Group "Ilim" in the city of Bratsk, specializing in the processing of hardwood and coniferous wood and the production of cellulosic semi-finished products and commodity products. It is established that the enterprise is a source of production and consumption waste in the volume of more than 1 million. t per year, the majority of which is waste IV-V hazard classes, subjected to utilization (incineration) in blast boilers with the application of the technology "boiling layer". It was revealed that the by-product of waste disposal activities in blast furnace boilers is ash from the combustion of wood waste, which is buried in full volume at the Branch ORO (slag accumulator No. 1) as a waste of hazard class IV.

УДК 504.054

Оценка качества атмосферного воздуха селитебных территорий экологического неблагополучия

И.С. Бородина^a, В.А. Никифорова^b, А.А. Ковчун^c

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^airinaborodina714@gmail.com, ^bnikiforovabr@mail.ru

Ключевые слова: атмосферный воздух, г. Братск, загрязняющие вещества.

В статье рассмотрены аспекты оценки качества атмосферного воздуха селитебных территорий экологического неблагополучия на примере города Братска Иркутской области. Показана организация наблюдений за степенью загрязнения

атмосферного воздуха в городе на 6 стационарных постах наблюдения, предназначенных для проведения отбора проб взвешенных веществ и газовых примесей с целью последующего анализа в химической лаборатории. Установлен очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, обусловленный значительным содержанием в нем формальдегида, сероуглерода, бенз(а)пирена, диоксида азота, фторида водорода. Представлены результаты анализа содержания взвешенных веществ, сероуглерода, указывающих на превышение среднегодовых концентраций от 1,8 до 4,4 раза; формальдегида от 3,1 до 5 раз; незначительные превышения концентрации характерны для диоксида азота. Для таких веществ как диоксид серы, сероводород, оксид углерода, фторид водорода, твёрдые фториды на определяемых постах превышений концентраций не выявлено.

Качество атмосферного воздуха жилых территорий населенных мест остается одним из приоритетных направлений оценки среды обитания человека. Степень загрязнения воздушной среды является ведущим фактором, влияющим на здоровье населения. Состояние атмосферного воздуха в городах обусловлено поступлением в атмосферу выбросов загрязняющих веществ, как от стационарных источников, так и от автотранспорта.

Г. Братск, являясь промышленным центром Приангарья, на протяжении многих лет включается в приоритетный список городов России с самым высоким уровнем загрязнения воздуха [2]. Данная проблема привлекает к себе пристальное внимание учёных и общественности, что в том числе, и обуславливает актуальность исследований.

Целью работы является оценка качества атмосферного воздуха селитебных территорий экологического неблагополучия на примере города Братска.

Экологическая ситуация в городе характеризуется многокомпонентным химическим загрязнением атмосферного воздуха [2, 3].

В соответствии с ГОСТ 17.2.3.01–86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населённых пунктов» проходит организация наблюдений за степенью загрязнения атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах. Само наблюдение за степенью загрязнения атмосферного воздуха осуществляется на постах. Постом наблюдения считается точка местности, на которой могут разместить павильон или соответствующую передвижную аппаратуру (автомобиль) [1].

В городе Братске находятся 6 стационарных (№ 1, 2, 3, 7, 8, 11), постов наблюдения, предназначенных для проведения отбора примесей с целью проведения последующего анализа. Количество постов соответствует нормативу по плотности сети для города являющимся агломерацией отдельных населенных пунктов с общей численностью населения 227467 (2019 г.) тысяч жителей и сложным рельефом местности.

Известно, стационарный пост наблюдения предназначен для проведения отбора проб взвешенных веществ и газовых примесей с целью последующего анализа в химической лаборатории.

Также пост осуществляет замеры метеорологических параметров атмосферы, таких как: скорость ветра, направление ветра, влажность воздуха, температура.

В городе Братске находятся 6 стационарных пунктов наблюдений (№ 1, 2, 3, 7, 8, 11), один из постов № 1 законсервирован в 2017 году, из них четыре опорных, что соответствует нормативу по плотности сети для города, являющимся агломерацией отдельных населенных пунктов с общей численностью населения более 220 тысяч жителей и сложным рельефом местности.

Для характеристики загрязнения атмосферного воздуха г. Братска были проанализированы сведения, предоставленные Братским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» по таким веществам как: взвешенные вещества, диоксид серы, сероводород, сероуглерод, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, твердые фториды и фторид водорода.

Очень высокий уровень загрязнения обусловлен значительным содержанием в атмосферном воздухе формальдегида, сероуглерода, бенз(а)пирена, диоксида азота, фторида водорода. Анализ содержания сероуглерода – Центральный район (ул. Энгельса) представлен на рис. 1.

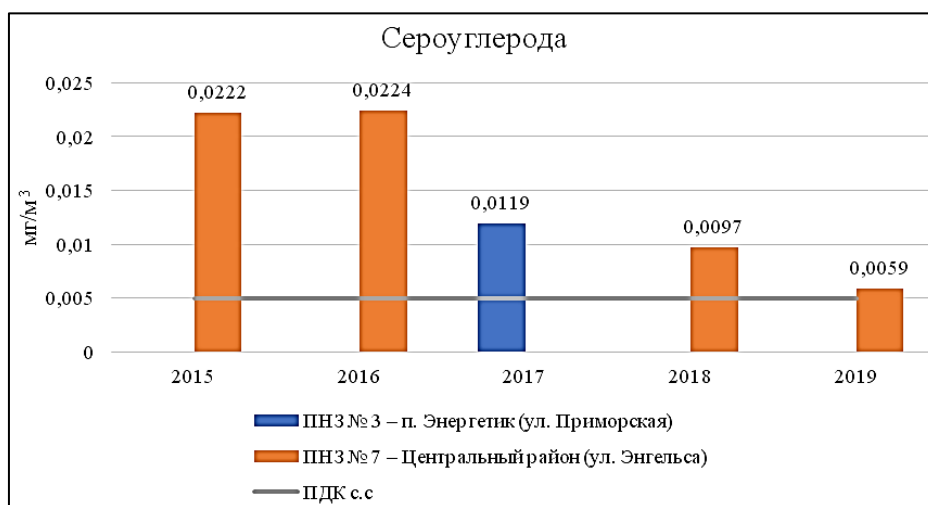


Рис. 1. Анализ содержания сероуглерода на ПНЗ № 7 – Центральный район (ул. Энгельса) за период 2015–2019 гг.

Анализ содержания взвешенных веществ на ПНЗ № 7 – Центральный район (ул. Энгельса) показывает превышение среднегодовых концентраций взвешенных веществ от 1,4 до 1,8 раза; максимальное значение наблюдается в 2017 г. и составляет 0,2344 мг/м³ в атмосферном воздухе.

Анализ содержания сероуглерода на ПНЗ № 7 – Центральный район (ул. Энгельса) показывает превышение среднегодовых концентраций от 1,1 до 4,4 раза. На ПНЗ № 3 – п. Энергетик (ул. Приморская) установлено превышение концентрации сероуглерода в 2,3 раза. Кроме этого, отмечено максимальное значение в 2016 г. на ПНЗ № 7 – Центральный район (ул. Энгельса), что составляет 0,0224 мг/м³ в атмосферном воздухе.

Анализ содержания диоксида азота на ПНЗ № 8 – Центральный район (ул. Комсомольская) представлен на рис. 2.

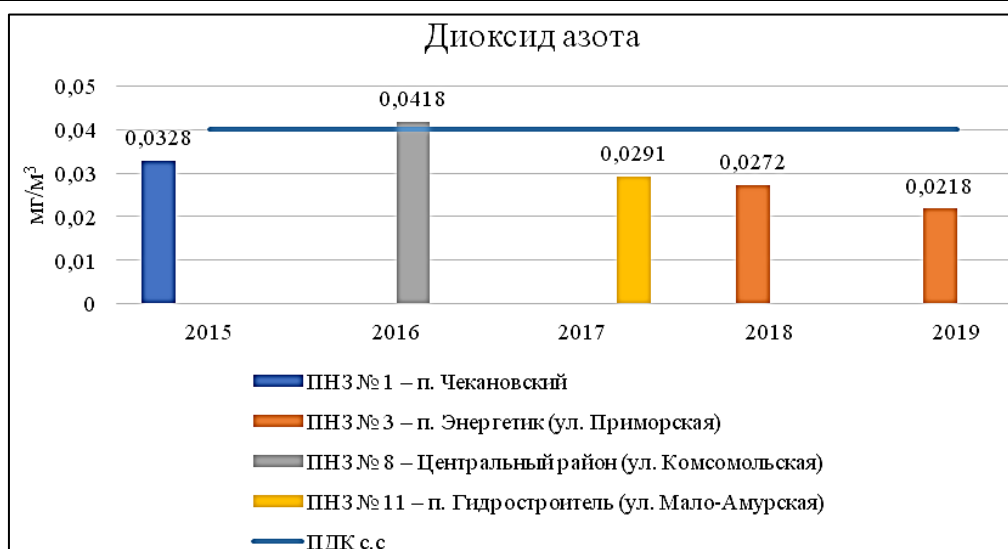


Рис. 2. Анализ содержания диоксида азота на ПНЗ № 8 – Центральный район (ул. Комсомольская) за период 2015–2019 гг.

Анализ содержания диоксида азота на ПНЗ № 8 – Центральный район (ул. Комсомольская) указывает на незначительное превышение концентрации при максимальном значении в 2016 г. – 0,0418 мг/м³.

Анализ содержания формальдегида на ПНЗ № 7 – Центральный район (ул. Энгельса) представлен на рис. 3.



Рис. 3. Анализ содержания формальдегида на ПНЗ № 7 – Центральный район (ул. Энгельса) за период 2015–2019 гг.

Анализ содержания формальдегида на ПНЗ № 7 – Центральный район (ул. Энгельса) показывает превышение среднегодовых концентраций формальдегида от 3,1 до 5,2 раза, максимальное значение наблюдается в 2016 г. и составляет 0,0147 мг/м³.

Анализ содержания таких веществ как диоксид серы, сероводород, оксид углерода, фторид водорода, твёрдых фторидов на определяемых постах показывает, что превышений концентраций установлено не было.

Следует отметить, что физико-географические факторы (сложный изрезанный рельеф местности), природно-климатические факторы (суровый резко континентальный климат, малые скорости ветра, частые и мощные температурные инверсии воздуха, небольшое количество и неравномерное распределение осадков в течение года) и антропогенное изменение природной среды (создание Братского водохранилища) в районе г. Братска не обеспечивают быстрого рассеивания вредных веществ и способствуют повышенному загрязнению воздушного бассейна.

Литература

1. ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/289/4294851978.pdf?ysclid=m9wpeukhgx356669453/> (дата обращения: 02.04.2025).
2. Ефимова Н. В. Медико-экологические риски современного города/ Н.В. Ефимова, Н.И. Маторова, В.А. Никифорова и др. Братск: ГОУ ВПО «БрГУ». – 2008. – 200 с.
3. Никифорова В.А. Экологические аспекты состояния здоровья детского населения северных территорий Восточной Сибири / В.А. Никифорова, Т.Г. Перцева, Н.Е. Хороших, А.А. Никифорова // Системы. Методы. Технологии. 2014. №1 (12). С. 140–147.

Assessment of the quality of atmospheric air in residential areas of ecological distress

I.S. Borodina^a, V.A. Nikiforova^b, A.A. Kovchun^c

Bratsk State University, 40 Makarenko str., Bratsk, Russia

^a irinaborodina714@gmail.com, ^b nikiforovabr@mail.ru

Keywords: atmospheric air; Bratsk; pollutants.

The article considers aspects of assessment of atmospheric air quality in residential areas with ecological problems using the city of Bratsk as an example. It shows the organization of observations of the degree of atmospheric air pollution in the city at 6 stationary observation posts intended for sampling suspended substances and gas impurities for subsequent analysis in a chemical laboratory. A very high level of atmospheric air pollution was established, caused by a significant content of formaldehyde, carbon disulfide, benz(a)pyrene, nitrogen dioxide, hydrogen fluoride. The results of the analysis of the content of suspended substances, carbon disulfide, indicating an excess of average annual concentrations from 1.8 to 4.4 times; formaldehyde from 3.1 to 5 times; minor excesses of concentration are characteristic of nitrogen dioxide. For such substances as sulfur dioxide, hydrogen sulfide, carbon monoxide, hydrogen fluoride, solid fluorides at the determined posts, excess concentrations were not revealed.

Формирование комфортной среды как вектор экологического развития территории

А.О. Быргазова^а, В.А. Никифорова^б, М.А. Соловьева^с

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аbyrgalex@gmail.com, ^бnikiforovabr@mail.ru

Ключевые слова: комфортная среда, индекс качества городской среды, озеленение.

В статье представлены аспекты формирования комфортной среды как вектора экологического развития территории города Братска на примере визуализации среды элементами озеленения. Определены направления градостроительной деятельности с учетом экологических приоритетов. Показана характеристика индекса качества городской среды Братска согласно которой город имеет статус – условно комфортный климат» городской среды. Рассмотрен план мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития муниципального образования города Братска до 2030 года, включающий направления формирования комфортной городской среды. Показано формирование визуальной среды элементами озеленения в городе отдельными видами растений, предлагаемых для высадки с учетом их дендрологических характеристик. Обозначены схемы озеленения и возможности организации посадки зеленых насаждений, а также формирование парковой зоны на примере городских территорий города.

Вопрос формирования комфортной среды в последние годы оказывается в фокусе исследовательского внимания. Долгое время изучением формирования комфортной среды занимались многие ученые, общественность и представители государственной власти, и поэтому для развития идеи в 2017 г. Президент Российской Федерации объявил о появлении приоритетного государственного проекта «Формирование комфортной городской среды» [4], главной целью которого является повышение качества проживания и ликвидации негативных направлений развития городской среды.

Говоря об экологических проблемах города, не выделяют должного внимания изучению раздела визуальной экологии. Углубившись в эту тему, появляется понятие как визуальная среда. Это та часть среды, которая воспринимается в поле зрения человека. В городе она негативно выражается в виде темно-серых оттенков, преобладания прямых линий и углов, городских строений, имеющих огромное количество больших плоскостей.

Озеленение территории как в формировании комфортной среды, так и в визуальной среде, относится к положительному объекту города, то есть благоустройство и озеленение населенных мест имеет особое значение.

Актуальность нашей работы обусловлена тем, что в систему благоустройства и озеленения входят в мероприятия по формированию комфортной среды города и включают в себя комплекс программ и планов, составные части которых, имеют между собой тесные связи. В этом аспекте комплексное благоустройство означает разработку и реализацию той совокупности мероприятий, которые направлены на создание и развитие эстетичности и социально-экологической организованной городской среды.

Целью работы является рассмотрение особенностей формирования комфортной среды г. Братска как вектора экологического развития городской территории.

Принято считать, что комфортная городская среда – это совокупность условий, созданных человеком и природой в границах одной территории, а также здания и сооружения разного назначения, распределенные в нем в соответствии с планировочной структурой и архитектурной композицией [4].

Охрана городской среды в аспекте устойчивого развития городов осуществляется в процессе градостроительной деятельности с учетом экологических приоритетов. Направления этого вида градостроительной деятельности включает в себя:

- включение в планировочную структуру города природных ландшафтов;
- установление баланса между урбанизированными и природными площадями территории города;
- увеличение площади зеленых насаждений общего пользования за счет городских лесов и лесопарков;
- формирование озелененных санитарно-защитных зон;
- вынос из жилых районов предприятий с вредными и опасными производствами;
- строительство окружных автомобильных дорог, скоростных магистралей для уменьшения транспортных потоков в черте города;
- строительство набережных, организация рекреационных зон;
- строительство природоохранных объектов;
- проведение экологического мониторинга окружающей природной среды, а также целого комплекса мероприятий природоохранного значения [4].

Учитывая данные критерии Минстрой РФ разработал методику оценивания городской среды на благоприятное проживание в ней.

Г. Братск вошёл в перечень городов с благоприятной городской средой. Соответствующий перечень составляет Минстрой РФ. По итогам 2022 года Братск набрал 184 балла по методике, которую использует федеральное ведомство. Это на 4 балла больше, чем минимальный показатель для получения статуса города с благоприятной городской средой. Индекс качества городской среды опубликован на специальном сайте – сообщает информационное агентство «ТК Город» [1].

Для расчета индекса используют 36 индикаторов, в которые входят жильё, озеленение, благоустройство и так далее, оценивается по десятибалльной шкале. Затем значения всех индикаторов суммируются. Таким образом, город может набрать максимально 360 баллов. Судя по данным, размещённым на сайте Индекса качества, в Братске «условно комфортный климат» городской среды (рис. 1).

Таким образом вышеперечисленное указывает на комплекс имеющихся проблем урбанизированной территории.

В связи с чем для их решения разработаны мероприятия стратегии муниципального образования г. Братска до 2030 г. (План мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития муниципального образования города Братска до 2030 года, утвержденного постановлением администрации города Братска от 27.02.2018 № 248, за 2022 год), включающая следующие направления [3]:

- улучшение состояния окружающей среды (снижение негативного воздействия на окружающую среду и оздоровление детского населения, озеленение территорий общего пользования и благоустройство лесов городского лесничества, формирование экологической культуры и создание условий для участия граждан в решении экологических вопросов города);

- развитие системы транспортного обслуживания (повышение эффективности функционирования транспортной инфраструктуры города Братска, обновление парка муниципального общественного транспорта);
- повышение качества городской среды и обеспечение устойчивого градостроительного развития города (благоустройство дворовых территорий, благоустройство общественных территорий и мест массового отдыха (городские парки), создание условий для повышения уровня благоустройства).

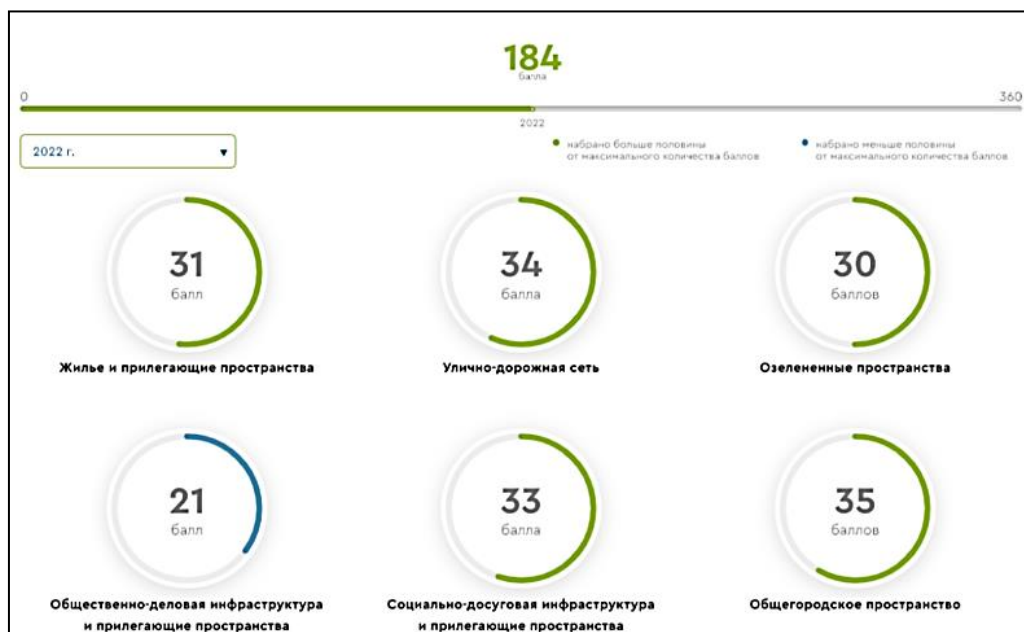


Рис. 1. Индекс качества городской среды города Братск на конец 2022 года

Кроме того, прием формирования комфортной городской среды, позволяющий повысить долю природных зрительных элементов в визуальной среде при различных размерах площади, отведены под озеленение.

Формирование визуальной среды элементами озеленения в городе включает взаимосвязь документов «Стандарт комплексного развития застроенных территорий» и «Перспективный план озеленения города Братска на период 2022–2026 гг., включенный в подпрограмму «Зеленый фонд города» [5].

По результатам исследований рынка были найдены предложения различных питомников, имеющих саженцы растений, предложенных для озеленения г. Братска. Перечень растений соответствует табл. 1.

Все они являются зимостойкими, кроме того, обладают декоративными качествами, что немаловажно при ограниченном ассортименте используемых в городском озеленении древесных растений.

На примере ж/р Гидростроитель в плане озеленения представлен перечень территорий для озеленения.

Согласно документу [3] При разработке плана озеленений территории учитывалось нормативное количество зеленых насаждений, необходимое для посадки.

Принципиальная схема озеленения ж/р Гидростроитель к северу от ул. Гайнулина представлена на рис. 2.

Таблица 1

Стоимость отдельных видов растений, предлагаемых для высадки в г. Братске

№ п/п	Наименование	Питомник	Стоимость единичного растения, Р*	Регион, адрес
1	Желтая акация (Карагана древовидная)	Санамы	250	Иркутская область, Шелеховский район, Култукский тракт, 23 км, 1
2	Пихта сибирская	Байкал Флора	5500	Иркутск, ул. Фаворского, 1-в,
3	Ива пятитычинковая	Райский сад	500	г. Иркутск, 12км Байкальского тракта п. Молодежный, ул. Круговая 11
4	Жимолость татарская	Стожары	550	Красноярский край, Емельяновский район, п.Минино, мкр.Стожары, 1
5	Яблоня сибирская	Санамы	350	Иркутская область, Шелеховский район, Култукский тракт, 23 км, 1
6	И т.д.			

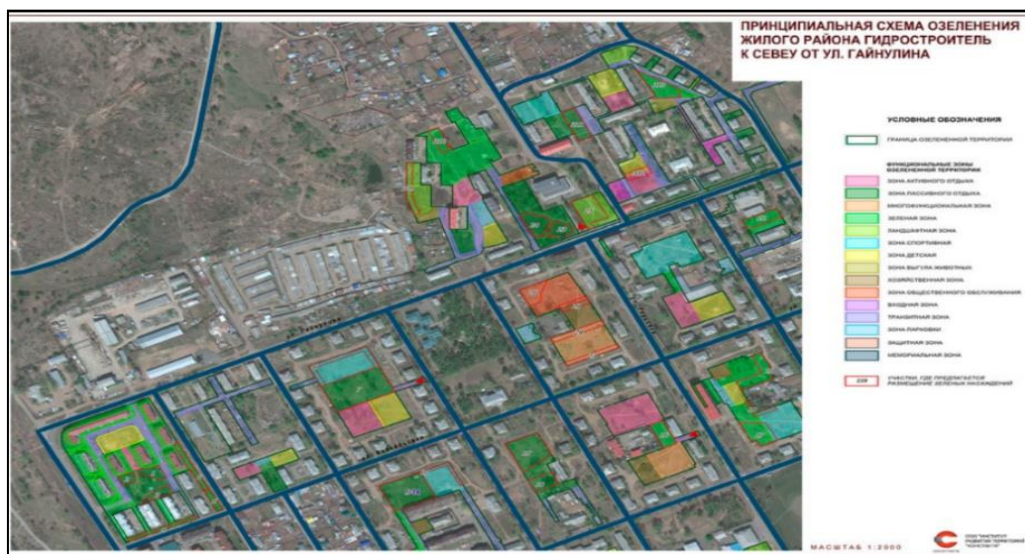


Рис. 2. Принципиальная схема озеленения ж/р Гидростроитель к северу от ул. Гайнулина

Данная территория включает 28 участков (обозначено красной границей), на которых планируется разместить элементы озеленения.

В данной работе представлена схема озеленения ж/р Гидростроитель на примере промышленной зоны вдоль ул. Радищева (рис. 3), который создавался на сайте «Онлайн планировщик участка» [2].

Данная схема озеленения предполагает возможность организации посадки зеленых насаждений и формирования парковой зоны.

Дизайн-проект включает: пешеходные дорожки, детскую-игровую площадку, фонарные столбы, зеленые насаждения (береза пушистая, сирень амурская и сосна обыкновенная), живую изгородь (желтая акация), урны, скамейки, газон.

Территория разделена на две зоны: парковую и парковочную. Длина вдоль дороги по ул. Радищева составляет 3 км, ширина – 2,1 км, площадь занимаемой территории – 5,1 км².



Рис. 3. Дизайн-проект парковой зоны по улице Радищева вместо бесхозной территории бывшего гравийного завода (ж/р Гидростроитель)

Созданный проект является инициативным проектом, основанным на анализе предложений жителей города, разработанных и внесенных в администрацию города Братска в соответствии с Положением об инициативных проектах в муниципальном образовании города Братска, утвержденным решением Думы города Братска от 27.05.2022 № 430/Г-Д [6].

Источником финансового обеспечения реализации инициативных проектов являются средства бюджета города Братска, формируемые, в том числе, с учетом инициативных платежей – денежных средств физических и юридических лиц, уплачиваемых на добровольной основе в бюджет города в целях реализации конкретных инициативных проектов.

Такая финансовая поддержка поможет в реализации масштабного проекта, благодаря которому улучшение визуальной среды ж/р Гидростроитель будет реализовываться. Таким образом, будут решены экологические проблемы, и в конечном итоге, формирование комфортной среды будет направлено на достижения целей их экологического развития.

Литература

1. Братск впервые по оценке Минстроя России получил статус города с благоприятной городской средой. – URL: https://www.bratsk-city.ru/news/index.php?ELEMENT_ID=94407/ (дата обращения 26.03.2025).
2. Графические материалы. Зеленые насаждения. – URL: <https://goo.su/OM4P7/> (дата обращения 26.03.2025).
3. Загрязнение визуальной среды и визуальная экология. – URL: <https://culturolog.ru/content/view/3143/> (дата обращения 26.03.2025).
4. «Паспорт приоритетного проекта «Формирование комфортной городской среды» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам, протокол от 18.04.2017 г. – URL: <http://static.government.ru/media/files/JEnYAAfDkMAyyIAjsAxDzKxXGPuaEJSu.pdf/> (дата обращения 26.03.2025).

5. План мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития муниципального образования города Братска до 2030 года, утвержденного постановлением администрации города Братска от 27.02.2018 № 248, за 2022 год. – URL: <https://irkobl.ru/sites/economy/razvitie-municipalnyh-obrazovaniy/kompleksnoe-razvitie/perechen.xlsx/> (дата обращения 22.03.2025).

6. Положением об инициативных проектах в муниципальном образовании города Братска, утвержденным решением Думы города Братска от 27.05.2022 № 430/г-Д.

Formation of a comfortable environment as a vector of ecological development of the territory

A.O. Byrgazova^a, V.A. Nikiforova^b М.А. Solovyova^c

Bratsk State University, 40 Makarenko str., Bratsk, Russia

^abyrgalex@gmail.com, ^bnikiforovabr@mail.ru

Keywords: comfortable environment, urban environment quality index, greening.

The article presents aspects of the formation of a comfortable environment as a vector of ecological development of the territory of the city of Bratsk using the example of visualization of the environment by landscaping elements. The directions of urban development activities are determined taking into account environmental priorities. The characteristic of the quality index of the urban environment of Bratsk is shown, according to which the city has the status of "conditionally comfortable climate" of the urban environment. The action plan for the implementation of the Strategy for the socio-economic development of the municipality of the city of Bratsk until 2030 is considered, including directions for the formation of a comfortable urban environment. The formation of the visual environment by landscaping elements in the city is shown by individual plant species proposed for planting taking into account their dendrological characteristics. Landscaping schemes and the possibilities of organizing the planting of green spaces, as well as the formation of a park zone are indicated using the example of urban areas of the city.

УДК 504.05:656

Оценка экологического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта

В.А. Зиновьев^a, В.А. Никифорова^b, И.С. Бородина^c

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^a090101_DOM@mail.ru, ^bnikiforovabr@mail.ru, ^cirinaborodina714@gmail.com

Ключевые слова: экологический ущерб; автотранспорт; загрязняющие вещества.

Статья посвящена оценке экологического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта на примере города Братска Иркутской области. Представлена характеристика экономического ущерба, основные этапы его оценки от негативного влияния загрязненной среды. Определена методи-

ка оценки ущерба окружающей среде, основанная на «Временной методике определения предотвращенного экологического ущерба». Произведен расчет экологического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха передвижными источниками в г. Братске за 2024 год, сумма которого составляет около 240 тыс. руб. Результаты исследования позволяют определить масштабы проблемы и обосновать необходимость разработки мер по снижению негативного влияния автотранспорта на атмосферный воздух.

В современном мире проблемы обеспечения экологической безопасности с каждым годом приобретают все большее значение, так как доля автомобильного транспорта в загрязнении окружающей среды составляет от 40 до 60 % общих выбросов от антропогенной деятельности, а в крупных мегаполисах достигает 70÷80 % [4].

Автотранспорт является специфическим источником загрязнения атмосферы, представляющим собой множество наземных точечных источников, сосредоточенных на всех автомагистралях. Формируемые их выбросами зоны загрязнения воздуха такими веществами, как оксид углерода, оксиды азота, углеводороды и др., могут характеризоваться высокими значениями концентрации и распространяться на большие территории [3].

В наше время воздействие автотранспортного комплекса на окружающую среду – самая насущная и актуальная проблема современного общества.

Цель данного научного исследования – оценка экологического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта на примере города Братска Иркутской области.

Под экономическим ущербом от загрязнения окружающей среды (экологическим ущербом) понимается денежная оценка негативных изменений в окружающей среде в результате ее загрязнения, в качестве и количестве природных ресурсов, а также последствий таких изменений. Экологический ущерб составляют потери, вызванные ухудшением условий жизнедеятельности членов общества, затраты на восстановление и поддержание нормального состояния окружающей среды, затраты на ликвидацию последствий загрязнений окружающей среды.

Экологический ущерб можно оценить, как затраты общества, связанные с изменением окружающей среды, что находит отражение в ухудшении состояния здоровья населения, сельскохозяйственных угодий, водных и лесных ресурсов, объектов техногенного характера [2].

Вред от загрязнения атмосферы оценивается не только посредством экологического ущерба, важным является и определение экономического ущерба.

Экономический ущерб – это анализ изменения экономических показателей в результате изменения экологических параметров среды. При этом оцениваются следующие компоненты экономического ущерба:

- ущерб здоровью и жизни населения, обусловленный ростом заболеваемости и смертности населения в условиях загрязненной окружающей среды; сокращением сроком трудовой активности и снижением производительности труда;
- ущерб отдельным природным ресурсам и экологическим системам в целом, а также отраслям, использующие природные ресурсы как основные факторы производства;
- материальный ущерб, который наносится вследствие загрязнения окружающей среды материальным объектам, используемым как в производственной сфере, так и в потреблении домашних хозяйств. Он выражается в преждевременном

износе оборудования и зданий в результате коррозии, который требует дополнительных затрат по ремонту, уборке, покраске и т.д. [1].

Экономическая оценка охватывает широкий спектр направлений, однако ее объективность весьма уязвима и носит стадийный характер.

Так, реализация первой стадии экономической оценки ущерба предполагает анализ объемов и структуры выбросов, далее определяются концентрации загрязняющих атмосферу (водоемы, почву) веществ, при этом используется информация, полученная с помощью систем экологического мониторинга, или производится расчет рассеивания вредных примесей.

Данные о концентрации вредных примесей позволяют оценить воздействие загрязняющих веществ на окружающую среду и хозяйственную деятельность человека в натуральных показателях, которые впоследствии выражаются в денежных эквивалентах.

Здесь уместно обратить внимание на этапы оценки экономического ущерба от негативного влияния загрязненной среды:

1. Определение уровня загрязнения окружающей среды (например, на основании фактических замеров концентрации вредных веществ или путем расчетов).

2. Сбор данных о составе и количествах выбросов, сбросов и отходов, поступающих в окружающую среду от деятельности планируемого или эксплуатируемого объекта. Полученная зависимость выявляется с помощью статистических и эконометрических методов. Таким образом, определяется натуральный ущерб от негативного влияния загрязненной окружающей среды.

3. Сбор данных о воздействии загрязнения на все компоненты окружающей среды и определение натуральных показателей ущерба.

4. Денежная оценка натуральных показателей ущерба.

Методика оценки ущерба окружающей среде, использованная авторами, основана на «Временной методике определения предотвращенного экологического ущерба», утвержденной Государственным комитетом РФ по охране окружающей среды в 1999 г. [1].

Методика предназначена для укрупненной эколого-экономической оценки предотвращаемого ущерба. Она устанавливает порядок и методы оценки предотвращаемого экологического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха передвижными источниками. Далее в работе представлен пример расчета экологического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха передвижными источниками в г. Братске за период 2024 года (табл. 1).

Анализ таблицы 1 показывает объемы выбросов различных загрязняющих веществ от автотранспорта в г. Братске, а также оценку ущерба в денежном выражении для каждого вещества и суммарно. Важно понимать, что эти цифры отражают лишь оценку ущерба, основанную на определенной методике расчета, и могут не в полной мере охватывать все вопросы экологического и социального воздействия. Тем не менее, они дают четкое представление о масштабах проблемы и приоритетных направлениях для действий/

Суммарный оцененный ущерб от загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом в Братске составляет 239 263,66 руб. Основная доля ущерба приходится на диоксид азота NO_2 , что указывает на то, что именно снижение выбросов NO_2 должно быть приоритетным направлением.

Расчет экологического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха передвижными источниками в г. Братске за 2024 год, руб.

Загрязняющие вещества (выбросы от автотранспорта)	m_{ij}^a	k_j^a	M_i^a	K_3^a	$Y_{\text{усл}}^a$	Y_i^a
CO	29,33	0,4	11,732	1,68	322,5	6 356,40 Р
NO ₂	24,18	16,5	398,97			216 161,95 Р
CH	7,787	0,7	5,4509			2 953,30 Р
Сажа	0,798	2,7	2,1546			1 167,36 Р
SO ₂	0,1839	20	3,678			1 992,74 Р
Формальдегид	0,03914	500	19,57			10 603,03 Р
Бенз(а)пирен	0,0000043	12500	0,053325			28,89 Р
Итого	-	-	-	-	-	239 263,66 Р

Примечание: m_{ij}^a – Масса выброса в атмосферный воздух j -го загрязняющего вещества или группы веществ, т/год; k_j^a – Коэффициент относительной эколого-экономической опасности j -го загрязняющего вещества или группы веществ; K_3^a – Масса выброса в атмосферный воздух j -го загрязняющего вещества или группы веществ, т/год; Y_i^a – Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий экономических районов России, для Восточного-Сибирского экономического района РФ%; $Y_{\text{усл}}^a$ – Величина экономической оценки выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в i -м периоде, руб.; Y_i^a – Величина экономической оценки выбросов 1 усл. т загрязняющих веществ в атмосферный воздух i -м периоде, руб./усл.

Для существенного сокращения экологического ущерба от автотранспорта в городе необходим комплексный подход, включающий следующие направления:

- развитие и модернизация общественного транспорта;
- использование электротранспорта;
- меры по снижению выбросов от существующего автопарка;
- мониторинг и контроль.

Реализация предложенных рекомендаций потребует значительных усилий и инвестиций, но это необходимо для улучшения экологической ситуации в г. Братске, защиты здоровья его жителей и создания более комфортной и устойчивой городской среды. Приоритетом должно стать снижение выбросов диоксида азота NO₂, как вещества, наносящего наибольший экономический ущерб.

Литература

1. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба / Государственный комитет РФ по охране окружающей среды. – М., 1999. – URL: <https://clck.ru/3GmJsa> (дата обращения: 20.03.2025).
2. Левда Н.М., Постников В.П. Оценка экологического ущерба населению и экономике региона от загрязнений атмосферного воздуха // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – № 25. – С. 37-45
3. Лобанов А.И., Шефер В.В., Степень Р.А. Загрязнение атмосферного воздуха г. Красноярск выбросами, автотранспорта: натуральные и стоимостные оценки // Эколого-экономические проблемы региональных товарных рынков. – Красноярск: КГТЭИ, 2004. – С. 18-22.

4. Никифорова В.А. Экологические аспекты влияния автотранспорта на окружающую среду / В.А. Никифорова, О.В. Сташок, А.И. Мендофий, А.А. Никифорова // Системы. Методы. Технологии. – 2014. – № 4 (24). – С. 144-150.

5. Охрана окружающей природной среды при проектировании и строительстве автомобильных дорог Учеб. Пособие / под ред. Немчинова М. В., Систера В. Г., Силкина В.В. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 280 с.

6. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2024. – 512 с.

Assessment of environmental damage from air pollution by vehicle emissions

V.A. Zinoviev^a, V.A. Nikiforova^b I.S. Borodina^c

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russia

^a090101_DOM@mail.ru, ^bnikiforovabr@mail.ru

Keywords environmental damage; vehicle; pollutants.

The article is devoted to the assessment of environmental damage from air pollution by vehicle emissions using the city of Bratsk in the Irkutsk region as an example. The characteristics of economic damage and the main stages of its assessment from the negative impact of a polluted environment are presented. A methodology for assessing environmental damage based on the "Temporary Methodology for Determining Prevented Environmental Damage" is defined. The calculation of environmental damage from air pollution by mobile sources in Bratsk for 2024 was made, the amount of which is about 240 thousand rubles. The results of the study allow us to determine the scale of the problem and justify the need to develop measures to reduce the negative impact of motor transport on the atmospheric air.

УДК 504.05:656

Негативные воздействия транспортных потоков и их оценка

В.А. Зиновьев^a, В.А. Никифорова^b, Е.И. Тарновская^c

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^a090101_DOM@mail.ru, ^bnikiforovabr@mail.ru, ^corlova200609@mail.ru

Ключевые слова: г. Братск; загрязняющие вещества; автотранспортные средства; натурные наблюдения.

В статье рассматривается оценка воздействия транспортных потоков на окружающую среду на примере г. Братска Иркутской области, который является урбанизированной территорией с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Показан компонентный состав выбросов автотранспорта в Иркутской области по данным за период с 2019 г. по 2023 г. и отмечен наибольший вклад выбросов автотранспорта в загрязнение атмосферного воздуха. Установлена за исследуемый период тенденция снижения выбросов загрязняющих веществ: угарного газа, оксидов азота, ЛОСНМ от 0,94 тыс.т. до 10,5 тыс.т. В соответствии с нормативными документами и методическими рекомендациями проведены

натурные наблюдения по изучению интенсивности движения автотранспортных потоков в Центральном районе города за автомобилями всех категорий. Выявлены основные массы загрязняющих веществ для всех групп автомобилей.

Рост индустрии, превращение городов в крупные мегаполисы, наращивание автомобильного парка влекут за собой формирование критического уровня состояния окружающей среды.

Автомобильный парк мира непрерывно увеличивается и превысил 400 млн ед. Однако при таком значительном увеличении масштабов и росте темпов автомобилизации возникает ряд серьезных проблем, связанных с вредными для окружающей среды и общества последствиями, которые сопровождают этот процесс [1].

Транспортно-дорожный комплекс является мощным источником загрязнения природной среды, из 35 миллиона тонн вредных выбросов 89 % приходится на выбросы автомобильного транспорта и предприятий дорожно-строительного комплекса. В масштабах Российской Федерации доля автотранспорта в суммарных выбросах, загрязняющих атмосферу вредных веществ составляет в среднем 43 % [6].

Актуальность темы нашей работы определяется тем, что в настоящее время отмечена стабильная тенденция роста числа автомобилей на дорогах и, как следствие, увеличение выбросов вредных веществ в атмосферу.

Целью данной работы является оценка воздействия транспортных потоков на окружающую среду на примере г. Братска Иркутской области.

Общеизвестным считается, на протяжении многих лет город Братск входит в приоритетный список городов Иркутской области с наиболее высоким уровнем загрязнения воздуха [2, 5].

На экологическую ситуацию негативно влияет не только стремительный рост числа автомобилей, но и то, что в Иркутской области, как и по всей России, значительная часть автопарка состоит из транспортных средств, которые находятся в эксплуатации более 10 лет.

По данным Росприроднадзора компонентный состав выбросов автотранспорта по Иркутской области за период с 2019 по 2023 гг., тыс.т представлен в табл. 1 [4].

Таблица 1

Компонентный состав выбросов автотранспорта по Иркутской области
за период с 2019 по 2023 гг., (тыс.т)

Год	SO ₂	NO _x	ЛОСНМ	CO	C	NH ₃	CH ₄	Всего
2019	0,43	12,7	4,3	49,8	0,25	0,67	1,6	69,75
2020	0,42	12,1	4,1	47,7	0,23	0,68	1,53	66,76
2021	0,42	11,6	3,9	45,1	0,21	0,69	1,45	63,37
2022	0,405	10,95	3,6	42,7	0,2	0,692	1,4	59,95
2023	0,38	8,39	3,36	39,3	0,18	0,693	0,87	53,17

На основе информации по выбросам автотранспорта в Иркутской области за период с 2019 по 2023 года наиболее существенный вклад вносят выбросы угарного газа 49,8 тыс.т, оксидов азота 12,7 тыс.т и неметановых летучих органических соединений (ЛОСНМ) 4,3 тыс.т. Незначительны объемы поступления характерны для оксида серы 0,38 тыс.т, сажи 0,18 тыс.т, аммиака 0,67 тыс.т и метана 0,87 тыс.т.

В целом, за период с 2019 г. по 2023 г. наблюдается тенденция снижения угарного газа, оксидов азота, ЛОСНМ на 10,5 – 4,31 – 0,94 тыс.т. соответственно.

Опираясь на методику «Определение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов

загрязнения атмосферного воздуха» проведены натурные наблюдения по изучению автотранспортных потоков (интенсивность движения) в Центральном районе г. Братска на улицах Крупской, Мира и Обручева за автомобилями всех категорий: грузовые (легкой, средней, тяжелой грузоподъемности), легковые и автобусы [3].

Пример пункта наблюдения за передвижением автомобильного потока представлен на рис. 1 – улица Крупской: участок заезда автотранспорта в Центральную часть города, маршрут следования городского транспорта.

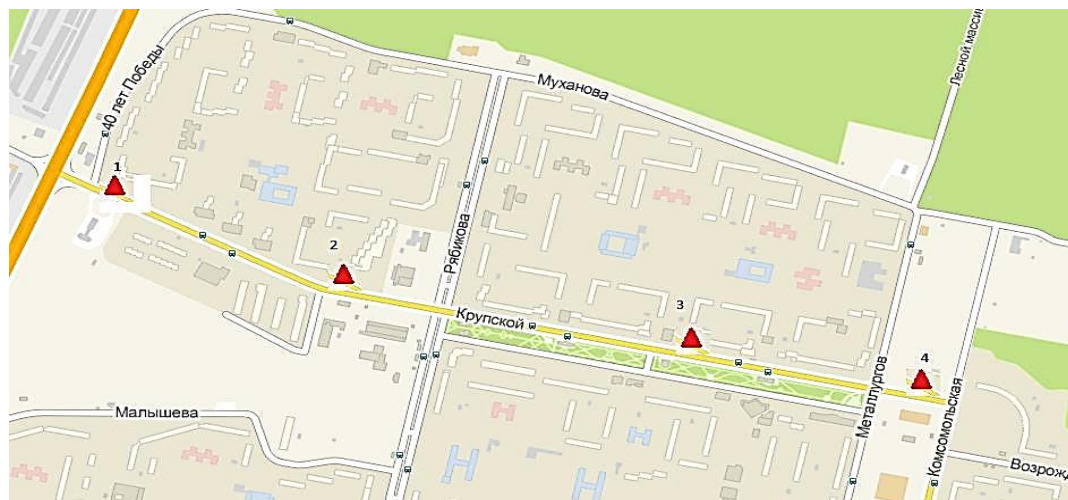


Рис. 1. Пункты наблюдения за автомобильным потоком на ул. Крупской
(▲ – место нахождения наблюдателя)

Далее были проведены расчеты выбросов загрязняющих веществ по Национальному стандарту Российской Федерации ГОСТ Р 56162–2019 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу» [2]. Данная методика устанавливает порядок расчета и определения выбросов автотранспорта для их использования при проведении сводных расчетов загрязнения атмосферы городов и может быть применена ко всем категориям автотранспортных средств при эксплуатации в городских условиях.

В табл. 2 представлены результаты расчетов выбросов загрязняющих веществ движущимися автотранспортными средствами на улице Крупской.

Таблица 2
Результаты расчетов выбросов загрязняющих веществ для улицы Крупской

Наименование группы автомобилей	Выброс, г/с						
	CO	NO ₂	CH	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Бенз(а)пирен
Легковые	438,0	321,2	126,5	2,8	3,2	0,730	$8,78 \cdot 10^{-5}$
Автофургоны и микроавтобусы массой до 3,5 т	103,5	81,0	15,8	0,8	0,310	0,054	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Грузовые массой от 3,5 до 12 т	194,4	309,3	54,4	13,4	0,9	0,250	$2,175 \cdot 10^{-5}$
Грузовые массой свыше 12 т	34,9	46,9	12,4	2,7	0,2	0,047	$4,56 \cdot 10^{-6}$
Автобусы массой свыше 3,5 т	161,0	282,0	20,6	6,2	0,9	0,092	$7,25 \cdot 10^{-6}$

В результате проведенного исследования для пункта улица Крупской мы выяснили:

- основную массу для легковых автомобилей составляют оксид серы (58 %), неметановые летучие органические соединения (55 %), оксид углерода (47 %) и оксид азота (31 %);
- основную массу для автофургонов и микроавтобусов массой до 3,5 т составляют оксид углерода (11 %), оксид азота (7,8 %) и неметановые летучие органические соединения (7,9 %);
- основную массу для грузовых автомобилей массой от 3,5 до 12 т составляют сажа (51 %), оксид азота (29,7 %) и неметановые летучие органические соединения (23,8 %);
- основную массу для грузовых автомобилей массой свыше 12 т составляют сажа (10,4 %), оксид азота (5,4 %) и неметановые летучие органические соединения (4,5 %);
- основную массу для автобусов массой свыше 3,5 т составляют сажа (23,9 %), оксид азота (27 %), оксид углерода (17,3 %) и оксид серы (16,3 %).

Таким образом, мы видим, транспортные потоки оказывают наибольшее влияние на уровень загрязнения окружающей природной среды и основными влияющими факторами являются:

- состав, интенсивность, скорость и ускорение движения транспортного потока;
- технический уровень и эксплуатационное состояние автомобилей;
- объем и номенклатура перевозимых грузов.

Очевидно, что наибольшее количество выбросов связано с легковыми автомобилями, что прямо зависит от числа транспортных средств, зафиксированных на этом участке дороги во время проведения натурных наблюдений.

Литература

1. Абузярова Ю.В. Загрязнение придорожной зоны выбросами автотранспорта на примере Оренбургской области / Ю.В. Абузярова, И.В. Чикенева, П.В. Колесников // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3 (35), ч. 2. – С. 233-236.
2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Иркутской области в 2022 году. – URL: <https://clck.ru/3BNhA3/> (дата обращения 17.03.2025).
3. ГОСТ Р 56162-2019 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории». – URL: <https://clck.ru/3BQJxV/> (дата обращения 17.03.2025).
4. Информация об оценке выбросов вредных веществ по отдельным видам передвижных источников загрязнения. – URL: <https://clck.ru/3HnYgy/> (дата обращения 17.03.2025).
5. Ефимова Н.В. Медико-экологические риски современного города / Н.В. Ефимова, Н.И. Маторова, В.А. Никифорова и др. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2008. – 200 с.
6. Никифорова В.А. Экологические аспекты влияния автотранспорта на окружающую среду / В.А. Никифорова, О.В. Сташок, А.И. Мендофий, А.А. Никифорова // Системы. Методы. Технологии. – 2014. – № 4 (24). – С. 144-150.

Negative impacts of traffic flows and their assessment

V.A. Zinoviev^a, V.A. Nikiforova^b, ^c E.I. Tarnovskaya

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russia

^a090101_DOM@mail.ru, ^bnikiforovabr@mail.ru, ^corlova200609@mail.ru

Keywords: Bratsk; pollutants; motor vehicles; field observations.

The article considers the assessment of the impact of transport flows on the environment using the example of Bratsk, Irkutsk Region, which is an urbanized area with a high level of air pollution. The component composition of vehicle emissions in the Irkutsk Region is shown based on data for the period from 2019 to 2023, and the largest contribution of vehicle emissions to air pollution is noted. A trend towards a decrease in pollutant emissions was established for the study period: carbon monoxide, nitrogen oxides, VOSNM from 0.94 thousand tons to 10.5 thousand tons. In accordance with regulatory documents and methodological recommendations, in-kind observations were carried out to study the intensity of traffic flows in the Central District of the city for cars of all categories. The main masses of pollutants for all groups of cars were identified.

УДК 504.75.05

Оценка и управление профессиональными рисками как безопасность и сохранение здоровья работника в процессе трудовой деятельности

Н.Д. Леваков^a, В.А. Никифорова^b, И.И. Гаврилин^c

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^alievakov.niekit@yandex.ru, ^bnikiforovabr@mail.ru, ^ci.gavrilin@list.ru

Ключевые слова: риск; профессиональный риск; рабочее место.

В статье рассмотрены вопросы оценки и управления профессиональными рисками в целях сохранения здоровья работника в процессе трудовой деятельности. Определены особенности профессионального риска как вероятности причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником своих обязанностей. Представлена оценка профессионального риска в соответствии с гигиеническими критериями класса условий труда. Показана система управления на уровне организации и отдельного рабочего места, включающая следующие составляющие: анализ, политику, администрирование, контроль, планирование, управление операциями. Процедура управления рисками охарактеризована с позиций идентификации (выявления) рисков и непосредственного управления ими. Выявлены составляющие оценки риска: активная составляющая риска как потенциальная опасность технических устройств, обладающих определенным набором опасных факторов и реактивная часть как показатель, характеризующий вероятность возникновения инцидентов с персоналом.

Определение факторов профессионального риска, исследование их безопасных (и опасных) уровней воздействия на работающих, мониторинг здоровья и безопасности на рабочих местах, организация работы по изучению несчастных случаев

и профессиональных заболеваний и ряд других вопросов входит в круг задач по оценке и управлению профессиональным риском.

Распространённым является мнение, что профессиональный риск обусловлен профессиональной деятельностью; в медицине труда это понятие определяется соотношением распространенности тех или иных заболеваний и конкретных условий труда, а также вероятностью повреждения (утраты) здоровья или смерти застрахованного лица, связанной с исполнением им обязанностей по трудовому договору [7].

Важнейшее место в управлении производственной деятельностью промышленных предприятий занимает оценка рисков. От способности компании прогнозировать и учитывать возможные риски зависит ее устойчивость и выживаемость. Благодаря учету факторов риска реализуется важнейшая функция управления: планирование деятельности с нейтрализацией последствий неожиданного наступления неблагоприятных событий.

Трудовой кодекс Российской Федерации трактует понятие профессиональный риск как вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей [5].

По мнению Барановского И.И. [2] управление профессиональными рисками представляет комплекс взаимосвязанных мероприятий, являющихся элементами системы управления охраной труда и включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессиональных рисков.

В настоящее время в России разработаны методики и технологии анализа профессионального риска. Понятие профессионального риска введено в Трудовой кодекс, принят федеральный закон о специальной оценке условий труда, разработаны методики идентификации риска.

Для более полной характеристики рассматриваемого вопроса были изучены ряд вопросов.

Производственный риск – возможная угроза здоровью и жизни работника при осуществлении им трудовой деятельности, возникающая в результате нарушения требований охраны труда [4].

Всемирная организация здравоохранения приняла глобальную стратегию «Медицина труда для всех», в которой подчеркивается, что каждому должна быть предоставлена возможность активно участвовать в работе без риска и здоровья.

Управление ситуациями, когда работники могут подвергаться опасности, называют анализом риска; он включает:

- информацию о риске,
- оценку риска,
- управление риском (работников, работодателей и др.)

Кроме того, различают предварительную и окончательную оценку профессионального риска.

Предварительная оценка профессионального риска характеризует оценку условий труда при аттестации рабочих мест, а окончательная оценка профессионального риска позволяет установить класс условий труда в соответствии с гигиеническими критериями. Мерой риска является класс условий труда, мерой доказанности риска – его категория: 1А (доказанный), 1Б (предполагаемый), 2 (подозреваемый) [1].

Следует отметить, управление профессиональным риском в организации рассматривают как часть системы управления качеством на базе стандартов серии ИСО 9000. Национальный стандарт ГОСТ Р 12.0.006-2002 ССБТ «Общие требо-

вания к управлению охраной труда в организации» основан на Руководстве по управлению системами профессиональной безопасности и здоровья (МОТ, 2001). Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» предусматривает разработку технических регламентов в целях защиты жизни и здоровья граждан [7]. Предпочтительны технические меры по предупреждению, устранению или уменьшению опасности в источнике образования, по пути распространения и на рабочем месте.

Управление профессиональными рисками предполагает проведение комплекса организационно-правовых, финансово экономических, производственно-технологических, социальных, медицинских и санитарно-гигиенических мер, направленных на минимизацию воздействия неблагоприятных производственных факторов на здоровье работников [2].

В системе социального страхования профессиональный риск оценивают для определения материальных затрат, связанных с компенсацией потери заработка из-за утраты трудоспособности, для установления соотношения этих затрат с уровнем производственного травматизма и профзаболеваемости.

Интегральный показатель профессионального риска определяется как соотношение – величины суммарных затрат в отрасли (подотрасли) экономики на возмещение (в истекшем календарном году) вреда в результате несчастных случаев на производстве и профзаболеваний (пособия по временной нетрудоспособности, возмещение утраченного заработка, единовременные и ежемесячные страховые выплаты, расходы на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию) к размеру фонда оплаты труда в этой отрасли (подотрасли), на который начислены взносы в Фонд соцстраха РФ [2].

С позиций охраны труда и производственной безопасности профессиональный риск определяют для установления степени опасности оборудования и технологий, для оценки состояния охраны труда и для разработки системы технических и организационных мер по снижению уровня производственного травматизма.

Целью оценки и управления профессиональными рисками является обеспечение безопасности и сохранение здоровья работника в процессе трудовой деятельности [5]. Она помогает работодателю и работникам сосредоточить свое внимание на тех рисках, которые действительно могут возникнуть на рабочем месте – на тех, которые потенциально могут причинить реальный вред. Большинство примеров показывают, что при помощи непосредственных мер можно полностью контролировать риски.

Как уже было сказано выше, оценка рисков – это простое, но тщательное исследование того, что может нанести вред людям в рабочей среде, проводимое таким образом, чтобы работодатель мог взвесить, достаточно ли мер предосторожности уже предпринято, и что именно должно быть сделано с тем, чтобы предотвратить возможные вредные последствия. Работники и другие лица имеют право на защиту от вреда, нанесенного в результате несчастного случая, право на принятие разумных мер контроля. Несчастные случаи и нарушения здоровья работников могут привести к их повреждению здоровья или гибели [8].

Работодателю необходимо проводить оценку рисков на рабочем месте с тем, чтобы он смог на месте применить план контроля над рисками и, таким образом, улучшить условия в сфере здоровья и безопасности работников.

Работодатель должен планировать деятельность по формированию и внедрению системы управления профессиональными рисками. Планирование должно основываться на результатах анализа исходной информации, которая готовится на

уровне работодателя и на уровне его подразделений, а также включать анализ следующей основной исходной информации:

- данные по организационной структуре, штатной численности, видов деятельности организации, производимых работ на рабочих местах, данные о производственном процессе и оборудовании;
- результаты анализа производственного травматизма;
- результаты анализа профессиональных заболеваний;
- результаты предварительных и периодических медицинских осмотров;
- результаты проведенных ранее мероприятий по снижению рисков;

Система управления должна осуществляться на уровне организации и отдельного рабочего места в соответствии с рис. 1 и табл. 1.

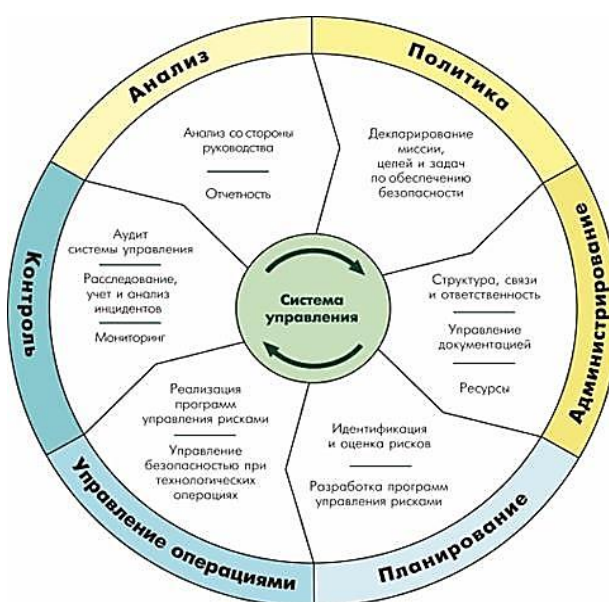


Рис. 1. Система управления профессиональными рисками

Таблица 1

Управление рисками

Управление рисками на уровне организаций	Управление рисками на уровне отдельного рабочего места
- для выявления приоритетных направлений улучшения условий труда, обеспечивающих наивысшую результативность при наименьших затратах;	- для выявления наиболее существенных рисков и планирование по их устранению;
- для обоснования компенсаций за потенциальный вред здоровью работников, занятых во вредных условиях труда, если устранение вредных производственных факторов невыполнимо при организации условий труда современном уровне.	- для снижения остаточных рисков и обеспечения непрерывного совершенствования в области производственной безопасности и здоровья;
	- для снижения всех видов ущербов от несчастных случаев и профзаболеваний на данном рабочем месте для работников данной профессии

Система управления профессиональными рисками позволяет заблаговременно провести оценку риска, опережая, минимизируя или устраняя развитие негативных ситуаций, а также обеспечить информирование об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске.

Процедура управления профессиональными рисками в учреждении предполагает выявление, опасностей, оценку уровней профессиональных рисков, снижение уровней профессиональных рисков (табл. 2).

Таблица 2

Процедура управления рисками

Идентификация (выявления) рисков	Непосредственное управление теми рисками, которые исходя из существующей экономической и социальной обстановки на предприятии и в обществе, признаны неприемлемыми
- выявление опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах	- разработка соответствующей методики оценки риска и непосредственное проведение оценки риска с последующим ранжированием структурных подразделений
- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда	
- идентификация технических устройств по определенному набору опасных факторов, так называемому перечню признаков опасности	

Переходя к процедуре оценки риска и ранжирования подразделений и участков в составе структурных подразделений, необходимо отметить, в первую очередь, оценка риска – это инструмент для эффективного использования средств на повышение уровня безопасности на производстве. Безопасность и ее уровень аналогичным образом должны оцениваться и планироваться. Именно по этой причине результаты оценки риска должны быть положены в основу постановки целей и задач в области промышленной безопасности и охраны труда на планируемый период с последующим планированием мероприятий по достижению указанных целей и задач. Главной отличительной особенностью подобного подхода является то, что в первую очередь планируется реализация тех мероприятий, которые должны принести максимальный эффект при минимальном вложении затрат [3].

Оценка риска проводится по двум основным составляющим. Это оценка активной и реактивной составляющих риска. Активная составляющая риска – это потенциальная опасность технических устройств, обладающих определенным набором опасных факторов. Каждое техническое устройство в методике оценки риска рассматривается как совокупность признаков опасности в различном объемном содержании. Естественно, что два однотипных технических устройства могут обладать различным уровнем потенциальной опасности. Это будет зависеть от количества, находящегося в техническом устройстве опасного фактора определенного вида, а также технического состояния оборудования, фактического срока его эксплуатации и соответствии оборудования установленным требованиям по правилам безопасности (ПБ). С этой целью при расчете потенциальной опасности оборудования в методике предусматривается корректировка итогового значения поправочными ко-

эффициентами, которые зависят от технического состояния оборудования, соответствия оборудования требованиям безопасности и превышение фактических сроков службы над нормативно установленными.

Следующей составляющей активной части риска является показатель специальной оценки условий труда. Данный показатель рассчитывается на основе результатов специальной оценки условий труда, т.е. на основе данных о наличии на рабочих местах опасных и вредных производственных факторов. Подсчет итогового балла по данному фактору ведется исходя из анализа наличия на рабочих местах отдельно рабочих мест классов 3.1, 3.2, 3.3, 3.4. В последующем предусмотрена возможность корректировки итогового уровня за счет применения коэффициента, учитывающего обеспеченность рабочих мест необходимым набором качественных средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Реактивная часть оценки риска будет основываться на анализе двух показателей:

- показатель, характеризующий вероятность возникновения инцидентов с оборудованием, который учитывает не только частоту инцидентов, но и тяжесть их последствий в виде простоев оборудования, затрат на ликвидацию последствий аварийной ситуации и недополученной предприятием прибыли;

- показатель, характеризующий вероятность возникновения инцидентов с персоналом, подобно показателю вероятности с оборудованием данный показатель будет учитывать не только частоту нежелательных событий, но прямую и косвенную тяжесть. Показатель тяжести будет корректироваться в методике посредством использования «пирамиды безопасности».

Таким образом, расчет риска будет производиться одновременно по четырем показателям, полученные данные суммируются и используются в итоге для ранжирования подразделений.

Высокие активные факторы в структурном подразделении (участке, цехе) могут означать следующее:

- большое количество используемого в технологии оборудования и высокое содержание в нем опасного фактора;

- неудовлетворительное техническое состояние оборудования и значительное превышение фактического срока службы относительно нормативного;

- значительное количество оборудования имеет несоответствия Правилам безопасности;

- большее число рабочих мест не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям и имеет значительное количество опасных и вредных факторов.

Высокий уровень риска появления инцидентов с персоналом и оборудованием является показателем, свидетельствующим о том, что система управления промышленной безопасностью и охраной труда в структурном подразделении функционируют недостаточно эффективно. Управлять данными показателями (их снижением) – означает перестраивать систему организации производства, внедрять систему мотивации персонала к выполнению требований правил безопасности и охраны труда, повышать качество обучения персонала и уровень его компетентности для выполнения трудовых операций, через проведение различных тренингов и занятий [8].

Широкое использование приемов анализа, оценки и управления риском будет способствовать выявлению вероятности проявления профессионального риска во времени, оценки тяжести его последствий для определенных групп работающих и отдельных работников, что позволит принимать меры по профилактике и минимизации риска, установить объемы финансовых страховых ресурсов для компенсации

утраты заработков и финансирования лечебных, оздоровительных и реабилитационных мероприятий.

Литература

1. Аттестация рабочих мест по условиям труда: учебное пособие / Коллектив авторов. Общая редакция – д.э.н., проф. А.Л. Сафонов. Научно-техническая редакция – д.т.н., проф. Г.З. Файнбург. М-во здравоохранения и соц. развития РФ. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М., 2006. – 384 с.
2. Барановский И.И. Реализация мероприятий по улучшению условий и охраны труда / И. Барановский // Охрана труда и социальное страхование. – 2005. – № 2. – С. 53-57.
3. Милохин, К.В., Петров, В.А. Охрана труда: учебное пособие. – Чебоксары, 2007. – 301с.
4. Российская энциклопедия по охране труда: в 2 т. / Министерство труда и социального развития Российской Федерации; сост. И. А. Воробьев и др.; под ред. А. П. Починок. – Москва: НИЦ ЭНАС, 2005.
5. Трудовой кодекс Российской Федерации. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=489055&ysclid=m98czzgtn9713624249/> (дата обращения: 02.04.2025).
6. Федеральный закон от 24 июля 1998 г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=471955&ysclid=m98crbha64303639668/> (дата обращения: 02.04.2025).
7. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=477256&ysclid=m98cv82dt4527579509/> (дата обращения: 02.04.2025).
8. Шаяхметов С.Ф. Оценка профессионального риска нарушения здоровья работников предприятий химической промышленности / С.Ф. Шаяхметов, М.П. Дьякович, М.П. Мешакова // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 8. – С. 27–33.

Assessment and management of professional risks as safety and health protection of workers in the process of work activity

N.D. Levakov^a, V.A. Nikiforova^b, I.I. Gavrilin^c

Bratsk State University, st. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^alievakov.niekit@yandex.ru, ^bnikiforovabr@mail.ru, ^ci.gavrilin@list.ru

Keywords: risk; professional risk; workplace.

The article considers the issues of assessment and management of professional risks in order to preserve the health of the employee in the process of work activity. The features of professional risk are defined as the probability of causing harm to health as a result of exposure to harmful and (or) hazardous production factors when the employee performs his duties. The assessment of professional risk in accordance with the hygienic criteria of the class of working conditions is presented. The management system at the level of the organization and an individual workplace is shown, including the following components: analysis, policy, administration, control, planning, management of operations. The risk management procedure is characterized from the standpoint of identification (detection) of risks and their direct management. The components of risk assessment are identified: The active component of risk as a potential danger of technical devices with a certain set of hazardous factors and the reactive part as an indicator characterizing the probability of incidents with personnel.

Создание системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ на объектах негативного воздействия на окружающую среду

С.С. Олефир^а, О.В. Игнатенко^б

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аSergey.olefir@bk.ru, ^бoksana.vignatenko@gmail.com

Ключевые слова: выбросы загрязняющих веществ, системы автоматического контроля выбросов, пробоотбор, газоанализаторы.

В статье обоснована необходимость внедрения автоматических систем контроля выбросов загрязняющих веществ в условиях высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах. Рассмотрена нормативно-правовая база создания автоматических систем контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, этапы создания САКВ и технические требования к её структуре и эксплуатации. В соответствии с требованиями законодательства, объекты I категории негативного воздействия на окружающую среду должны быть оснащены автоматическими системами контроля выбросов на стационарных источниках загрязнения. Приведены примеры внедрения системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ на предприятиях различных отраслей промышленности. Проанализированы технические требования к оснащению систем автоматического контроля выбросов ПАО «РУСАЛ Братск».

Ухудшение экологической обстановки, вызванное деятельностью крупных промышленных предприятий, обуславливает необходимость применения новых технологий для решения этой проблемы. Одной из таких технологий является автоматизированная система контроля выбросов загрязняющих веществ на объектах негативного воздействия на окружающую среду. Такие системы позволяют своевременно выявлять превышения допустимых норм и принимать корректирующие меры.

Система автоматического контроля (САК) – комплекс технических средств, обеспечивающих автоматические измерения и учет показателей выбросов загрязняющих веществ, фиксацию и передачу информации о показателях выбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [3].

Объекты I категории негативного воздействия на окружающую среду должны быть оснащены автоматическими системами контроля выбросов (САКВ) на стационарных источниках загрязнения в течение 4 лет с момента получения комплексного экологического разрешения [3].

Основными задачами создания системы автоматического контроля выбросов являются:

- 1) непрерывный мониторинг выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с целью контроля их соответствия установленным нормам;
- 2) обнаружение сверхнормативных выбросов в режиме реального времени, что позволяет оперативно принимать меры для предотвращения возможных негативных последствий;

3) обеспечение сбора и хранения данных о выбросах, что позволяет создавать документацию и отчеты в соответствии с требованиями нормативных документов.

В данной статье рассмотрена нормативно-правовая база создания автоматических систем контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и технические требования к структуре и эксплуатации САКВ.

Установка и функционирование системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ на объектах негативного воздействия на окружающую среду регулируются рядом нормативно-правовых документов:

1. Постановление Правительства РФ от 13.03.2019 № 262 «Об утверждении Правил создания и эксплуатации системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ».

2. Постановление Правительства РФ от 13.03.2019 № 263 «О требованиях к автоматическим средствам измерения и учета показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, к техническим средствам фиксации и передачи информации о показателях выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду».

3. Распоряжение правительства РФ от 13.03.2019 № 428-р «Об утверждении видов технических устройств, оборудования или их совокупности (установок) на объектах I категории, стационарные источники выбросов загрязняющих веществ которых подлежат оснащению автоматическими средствами измерения и учета показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации о показателях выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду».

Согласно Постановлению Правительства РФ от 13.03.2019 № 262, создание системы автоматического контроля включает в себя следующие этапы:

- определение стационарных источников и показателей выбросов, подлежащих контролю автоматическими средствами измерения, их предпроектное обследование;
- разработка и утверждение программы создания системы автоматического контроля;
- проектирование, установка и ввод в эксплуатацию системы автоматического контроля.

На этапе предпроектного обследования стационарных источников выбросов проводится:

- сбор и анализ информации о составе и показателях выбросов стационарными источниками;
- выбор стационарных источников выбросов, подлежащих оснащению автоматическими средствами измерения;
- определение технической возможности осуществления автоматического контроля в условиях эксплуатации выбранных стационарных источников выбросов;
- определение методик, приборов и оборудования по измерению показателей выбросов;
- определение мест установки средств измерений в газоходах с отходящими газами в соответствии с требованиями промышленной безопасности.

Технические средства, обеспечивающие автоматические измерения и учет показателей выбросов, устанавливаются на стационарных источниках выброса промышленных установок или на подводящих газоходах к дымовым трубам.

Системы отбора проб дымовых газов представлены на рис. 1.



Рис. 1. Классификация системы отбора проб

Системы автоматического контроля выбросов включают в себя:

1. Автоматические газоанализаторы: для измерения концентрации различных газов в выбросах (оксиды азота (NO_x), диоксид серы (SO₂), оксид углерода (CO) и другие). Принцип работы газоанализаторов основан на использовании различных методов, таких как хроматография, спектрометрия или электрохимические методы.

2. Датчики пыли: могут быть оптическими или электронными и предназначены для измерения концентрации твердых частиц в выбросах.

3. Датчики потока газа: предназначены для измерения скорости и объема выбрасываемого газа.

4. Датчики температуры и давления выбрасываемого газа.

5. Датчики влажности газа (при необходимости).

6. Системы сбора, обработки и анализа данных, позволяющие в непрерывном режиме контролировать параметры выбросов и создавать отчеты о соответствии их установленным нормам и требованиям.

На рис. 2 изображена автоматическая система контроля выбросов с установкой датчиков температуры, давления, расхода газов и системой пробоотбора.

С 1 сентября 2024 года вступило в силу постановление Правительства РФ от 22.01.2024 № 39, согласно которому для городов, в которых проводят эксперимент по квотированию, САКВ нужно будет установить на объектах не только I, но и II категории НВОС. Количество выбросов от предприятия не может превышать выделенную ему квоту. Квоты для организаций распределяют на основании расчетов по всему населенному пункту в целом.

Автоматизированные системы контроля выбросов уже активно применяются в различных отраслях промышленности РФ. На крупнейшей тепловой электростанции РФ – Рефтинской ГРЭС проведена первая поверка САКВ в условиях эксплуатации, а также первое применение газового анализа в угольной энергетике.



Рис. 2. Автоматическая система контроля выбросов

В рамках модернизации обжиговой машины фабрики окомкования на Стойленском горно-обогатительном комбинате Группы «НЛМК» внедрена в эксплуатацию автоматическая система контроля выбросов загрязняющих веществ в отходящих газах. Система измеряет концентрацию загрязняющих веществ в отходящих газах, определяет мощность выброса, устанавливает величину выброса твёрдых взвешенных частиц (пыли) от установки обеспыливания [1].

Инженерная компания «ЭНПРО» строит систему САКВ дымовых труб ТЭЦ ПАО «Северсталь». Ввод в эксплуатацию запланирован на 2025 год. Система автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу будет обеспечивать непрерывные измерения концентрации оксида азота (NO), диоксида азота (NO_2), суммы оксидов азота NO_x , диоксида серы (SO_2), а также параметров газовых потоков в дымовых трубах (давление, температура, объёмная доля паров воды и скорость потока отходящих газов); расчёт мощности выбросов (г/с); обработку, хранение и представление информации о технологических параметрах отходящих дымовых газов. САКВ ПАО «Северсталь» – одна из первых в России будет автоматически передавать данные в информационную систему Росприроднадзора [2].

На предприятии ПАО «РУСАЛ Братск» в 2021 году было разработано «Техническое задание на организацию автоматического непрерывного измерения концентраций вредных веществ (HF , CO , SO_2 , взвешенные вещества) в газоходе отходящих газов после газоочистной установки ГОУ № 41,71,81 ПАО «РУСАЛ Братск».

ГОУ № 41,71,81 в электролизных корпусах включают две ступени очистки:

- 1 ступень: установка сухой газоочистки (реактор+рукавный фильтр);
- 2 ступень: «мокрая» очистка (пенные аппараты).

Место установки пробоотбора: дымовая труба газоочистной установки электролизного производства. Комплектация автоматической системы измерений должна включать анализатор содержания взвешенных веществ (оптический пылемер) и ИК, УФ-спектрометрические анализаторы содержания фтористого водорода, оксида углерода и диоксида серы.

В табл. 1 приведены требования к диапазонам измеряемых концентраций контролируемых веществ в газовом потоке.

При внедрении САКВ на алюминиевом производстве в случае использования ступени «мокрой» газоочистки подходит только «экстрактивный» («горячий») метод

измерения, при котором пробоотборный зонд, линия транспортировки пробы и измерительная ячейка нагреваются до температуры 180 °С, что позволяет избежать образования конденсата и возникновения кислот в результате растворения SO₂ и NO₂. Данный метод сохраняет представительность пробы и повышает точность измерений.

Таблица 1

Диапазоны измеряемых концентраций загрязняющих веществ

Наименование загрязняющего вещества	Диапазон измеряемых концентраций, мг/м ³
HF	0-20
CO	0-11000
SO ₂	0-100
Взвешенные вещества	0-10

По данным на октябрь 2024 года, на ПАО «РУСАЛ Братск» внедрены 3 системы автоматического контроля выбросов.

Внедрение системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ позволит обеспечить снижение негативного воздействия промышленных объектов на окружающую среду.

Литература

1. Компания ЭНПРО: проекты. – URL: <https://www.en-pro.ru/projects/> (дата обращения 25.03.2025).
2. «Северсталь» строит систему автоматического контроля выбросов из дымовых труб ТЭЦ. – URL: <https://www.en-pro.ru/blog/sobytiya/severstal-stroit-sistemu-avtomaticheskogo-kontrolya-vybrosov-ot-dymovykh-trub-tets/> (дата обращения 25.03.2025)
3. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 № 7-ФЗ.

Creation of an Automatic Pollution Emission Monitoring System at Facilities with Negative Environmental Impact

S.S. Olefir^a, O.V. Ignatenko^b

Bratsk State University, 40 Makarenko Street, Bratsk, Russia

^aSergey.olefir@bk.ru, ^boksana.vignatenko@gmail.com

Keywords: pollutant emissions, automatic emission monitoring systems, sampling, gas analyzers.

The article substantiates the necessity of implementing automatic pollutant emission monitoring systems in conditions of high air pollution levels in large industrial centers. It reviews the regulatory framework for the creation of automatic pollutant emission monitoring systems into the atmosphere, the stages of developing such systems, and the technical requirements for their structure and operation. In accordance with the legal requirements, facilities of Category I, which have a negative impact on the environment, must be equipped with automatic emission monitoring systems at stationary pollution sources. Examples of the implementation of automatic pollutant emission monitoring systems in various industries are provided. The technical requirements for equipping the automatic emission monitoring systems at PAO 'RUSAL Bratsk' are analyzed.

Зеленые насаждения как главная составляющая экологической инфраструктуры города

М.А. Соловьева^а, О.В. Игнатенко^б

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аmarinassoloveva@yandex.ru, ^бoksana.vignatenko@gmail.com

Ключевые слова: зеленые насаждения, озеленение, экологическая инфраструктура города, газозащита.

В статье рассмотрены основные принципы формирования экологической инфраструктуры городов и критерии подбора породного состава городских зелёных насаждений. Охарактеризована роль зеленых насаждений в создании комфортной среды для проживания и досуга населения. Приведены примеры древесных пород, обладающих высокими газопоглотительными свойствами. Отмечена проблема неравномерной обеспеченности древесным покровом территории крупных городов Российской Федерации, особенно в их центральной части. Рассмотрен план озеленения города Братска на период до 2026 года. Затронуты вопросы эффективности пылезадержания и газопоглощения, которая зависит от ширины и густоты насаждений, наличия кустарника в нижнем ярусе, ассортимента древесно-кустарниковых пород.

Формированию экологической инфраструктуры отводится приоритетная роль в современном градостроительстве. Главной составляющей экологической инфраструктуры является система городских зелёных насаждений. Наряду с мерами, направленными на снижение выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников и оптимизацию транспортных потоков, важным инструментом регулирования и улучшения качества городской среды является создание сбалансированной системы «зеленой» инфраструктуры города (инфраструктуры городского озеленения).

В мировой практике выделяют основной набор элементов экологического каркаса города:

- равномерно распределенные крупные городские парки;
- «зелёный пояс» города;
- «зелёные клинья», соединяющие пригородные зеленые территории и городской центр;
- «зелёные капилляры» внутригородской застройки;
- «водно-зеленый диаметр» вдоль рек.

Чтобы охарактеризовать озелененные территории в городах, традиционно используют понятие «зеленые насаждения», под которыми подразумевается «совокупность древесной, кустарниковой и травянистой растительности на определённой территории».

В работе рассмотрены основные принципы формирования экологической инфраструктуры городов и критерии подбора породного состава городских зелёных насаждений.

Главные функции зеленых насаждений на селитебной территории: санитарно-гигиеническая, рекреационная, структурно-планировочная, декоративно-художественная.

Система зеленых насаждений города – это взаимоувязанное, равномерное размещение городских насаждений, предусматривающее связь с загородными насаждениями. Современная теория градостроительства содержит понятие о системе озелененных территорий, основное назначение которых – способствовать созданию комфортной среды для проживания и досуга населения:

- улучшение микроклимата (уменьшение эффекта «острова тепла»);
- защита от ветра;
- снижение уровня загрязнения воздуха пылью и газами;
- снижение уровня шума;
- поддержание биоразнообразия городских животных и растений;
- формирование благоприятных условий для рекреации.

К экологической инфраструктуре города относятся не только парки, бульвары и набережные. Это также озелененные территории дворов, школ, больниц, линий электропередач и других инженерно-технических зон, просто незастроенные и не покрытые асфальтом или иными искусственными покрытиями городские территории.

По данным [4], от 16 до 61 % территории 15 крупнейших городов РФ занято древесными растениями. В «безлесных» по природным условиям Волгограде и Омске доля участков с древесной растительностью самая низкая (16 и 18 %, соответственно), а в «лесных» Екатеринбурге и Перми – самая высокая (58,8 и 61,3 %).

Согласно данным генеральных планов, в городах душевая обеспеченность озелененными территориями колеблется от 4 до 135 м² [4].

В Российской Федерации доля древесного покрова в площади города не оговаривается специальными планировочными нормами. Регламентировался только показатель уровня озелененности территории застройки, который должен быть не менее 40 % [4].

В городском управлении часто применяются ключевые индикаторы обеспеченности зелеными пространствами: 1) доля территории района, занятая зелеными насаждениями; 2) доступность зеленой территории; 3) доля озелененных территорий в пределах заданного расстояния от места проживания или работы [1].

Наличие зеленых насаждений влияет на благополучие горожан (снижает температуру в городе, улучшает состояние атмосферы, воды и почвы, минимизирует световое загрязнение, позволяет удовлетворять потребность человека в природном окружении и др.), определяя привлекательность городов или отдельных районов. Зеленые зоны повышают ценность территории вокруг, увеличивая стоимость городской недвижимости благодаря близости к зеленым насаждениям в среднем на 12% (в отдельных случаях до 64%) [1].

Пыле- и газозащитные функции зелёных насаждений имеют огромное значение в промышленных городах. Эффективность пылезадержания и газопоглощения зависит от ширины и густоты насаждений, наличия кустарника в нижнем ярусе, ассортимента древесно-кустарниковых пород и т. д. Максимальная эффективность достигается в многоярдных полосах древесно-кустарниковых насаждений высотой 15-20 м, полнотой 0,7-1 и шириной 50 м. Большую роль в повышении эффективности защитных насаждений играет их объёмно-планировочная структура. Она должна способствовать рассеиванию и отводу газообразных выбросов и взвешенных веществ. Это достигается чередованием открытых и закрытых пространств, формиро-

ванием аэродинамических коридоров «выдувания» с применением лесных полос порядовой и ажурной конструкции ярусной структуры, размещённых через 20–40 м [3].

Эффективность газозащиты существенно зависит от пород деревьев: сосняк на расстоянии 25 м снижает концентрацию газообразных веществ на 40 %, а на расстоянии 50 м – до 50 %; березняк на таких же расстояниях даёт снижение на 20 и 25 %, соответственно. Также и по пылезащитным свойствам сосняк на 20–25 % превосходит берёзовые посадки [3]. Породы, обладающие лучшими газопоглотительными свойствами, – осина обыкновенная, берёза бородавчатая, дуб черешчатый, липа мелколистная, сосна обыкновенная, ель колючая, пихта сибирская, кедр, лиственница сибирская, сирень.

Кроны елей на 1 га задерживают в год до 32 т пыли, сосны – до 36 т, дуба – до 56 т, бука – до 63 т. В течение вегетационного периода деревья уменьшают запыленность воздуха на 42 %. Наилучшие пылезащитные свойства у вяза и сирени [5].

В зависимости от величины города, его народнохозяйственного профиля, плотности застройки, природно-климатических особенностей, породный состав насаждений будет различным. В крупных промышленных центрах, где создается наибольшая угроза санитарному состоянию воздушного бассейна, для оздоровления городской среды в окрестностях заводов рекомендуется высаживать клён американский, иву белую, тополь канадский, крушину ломкую, казацкий и виргинский можжевельник, дуб черешчатый, бузину красную. Исследования показали, что тополь бальзамический является наилучшим «санитаром» в зоне сильной постоянной загрязнённости [2].

Эффект снижения уровня звука в зелёных насаждениях зависит от характера, породы деревьев и кустарников, времени года и других факторов. Максимальный шумозащитный результат может быть получен при использовании насаждений с высоким удельным весом зелёной массы при правильном размещении их в конструкции. Плотные, сомкнутые по вертикали насаждения способны снизить уровень шума на 15–18 дБ. При этом высота деревьев должна быть не ниже 7 м, общая ширина полосы порядка 10–15 м. По степени шумозащитной эффективности различные насаждения располагаются в следующем убывающем порядке: сосновые, еловые, кустарниковые, лиственные деревья [3].

Для крупных промышленных городов РФ характерна проблема неравномерной обеспеченности древесным покровом, особенно в их центральной части [4]. Существующие нормативы определяют озеленённые территории как «часть территории природного комплекса, на которой располагаются природные и искусственно созданные садово-парковые комплексы и объекты – парк, сад, сквер, бульвар; территории жилых, общественно-деловых и других территориальных зон, не менее 70 % поверхности которых занято зелеными насаждениями и другим растительным покровом» (согласно своду, правил «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»). Это определение не включает такие важные черты экологического каркаса как связность, целостность, иерархичность зеленых элементов, которые позволяют из отдельных деревьев и кустарников создать именно каркас, имеющий средостабилизирующее значение.

Современные требования к озеленению в градостроительстве включают:

1. *Создание целостного экологического каркаса.*
2. *Укрупнение массивов зелёных насаждений.* В городе целесообразно вводить массивы зеленых насаждений шириной свыше 0,5 км, которые расчленят городскую застройку на районы площадью около 1000 га. Исследователи считают, что в системе озеленения крупного города обязательно должны существовать зеленые

массивы площадью не менее 50÷100 га, которые обеспечивают приемлемые условия роста деревьев и кустарников.

3. *Озеленение промышленных и транспортных территорий.* В городах со значительными источниками загрязнения необходимо использовать научно обоснованные схемы размещения и организации санитарно-защитных зон, проводить озеленение промышленных и транспортных территорий.

При выборе древесных пород для озеленения необходимо учитывать природно-климатические особенности территории (температура, уровень осадков, продолжительность вегетационного периода), тип и состояние почвы, газоустойчивость и поглотительные свойства растений.

По степени устойчивости к загрязняющим веществам растения подразделяют на следующие категории: устойчивые, среднеустойчивые и неустойчивые (чувствительные) растения.

Некоторые газоустойчивые породы, которые могут быть рекомендованы для городских условий: тополь канадский, тополь бальзамический, липа мелколистная, клен ясенелистный, ель колючая, туя западная, лиственница сибирская, клён татарский, сирень венгерская, сирень обыкновенная, карагана древовидная, калина обыкновенная [2, 5].

К древесным породам, чувствительным к уровню загрязнения атмосферного воздуха, относятся пихта, ель обыкновенная, сосна обыкновенная, берёза повислая, ясень обыкновенный [2].

Город Братск является крупным промышленным центром Восточной Сибири. Зелёные насаждения г. Братска представлены довольно узким кругом древесных растений: тополь бальзамический, вяз приземистый, яблоня сибирская, сосна обыкновенная, спирея иволистная, желтая акация (карагана древовидная). Встречаются такие виды, как ива козья, рябина сибирская, жимолость, черемуха обыкновенная, калина, шиповник, боярышник, дуб, клен ясенелистный, лиственница сибирская, облепиха, сирень обыкновенная, бузина красная, кизильник, осина, вишня, голубая ель. Основную долю в породном составе городских насаждений составляет тополь бальзамический.

В 2022 году был разработан и принят перспективный план озеленения города Братска на период до 2026 года. Документ был подготовлен на основании масштабного обследования состояния зеленых насаждений на территориях общего пользования. Согласно разработанного плана, на территории города Братска необходимо снести 4786 аварийных деревьев, посадить 7637 деревьев и свыше 41 тыс. кустарников. Для посадки будут использованы 14 пород деревьев: тополь серебристый, тополь пирамидальный, рябина обыкновенная, вяз приземистый, берёза Эрмана, берёза пушистая, сосна обыкновенная, боярышник, яблоня сибирская, пихта сибирская, черёмуха Маака и др., а также 15 пород кустарников: жимолость татарская, лапчатка кустарниковая, можжевельник сибирский, дёрен белый, кизильник блестящий, рябинник рябинолистный, сирень амурская и др.

Актуальной задачей является введение градостроительного регулирования, жестко нормирующего зеленые пространства в городах. В этой связи пересмотру подлежат проекты комплексного освоения территорий. Важность решения задачи устойчивого развития городов требует интеграции управления развитием зеленых пространств в систему городского управления (причем вся «зеленая» инфраструктура должна рассматриваться как единый комплекс) [2].

Литература

1. Бобылев С. Н., Завалеев И.С., Завалеева А. И., Ховавко И. Ю. Развитие «зеленой» инфраструктуры в городах//Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2022. Т. 14. Вып. 3 (45). С. 48-61.
2. Вронский В.А. Прикладная экология. Ростов-н/Д.: Феникс, 1996. 512 с.
3. Григорьев В.А., Огородников И.А. Экологизация городов в мире, России, Сибири. Аналит. обзор // ГПНТБ СО РАН. Новосибирск, 2001. 177 с. (Сер. Экология. Вып. 63).
4. Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития//Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т.63. Вып.2. С. 127-146.
5. Мамин Р.Г. Урбанизация и охрана окружающей среды в Российской Федерации. М.: РЭФИА, 1995. Ч.1. 80 с. Ч.2. 60 с.

Green spaces as the main component of the ecological infrastructure of the city

М.А. Solovyova^a, O.V. Ignatenko^b

Bratsk State University, 40 Makarenko Street, Bratsk, Russia

^a marinassoloveva@yandex.ru, ^b oksana.vignatenko@gmail.com

Keywords: green spaces, landscaping, ecological infrastructure of the city, gas protection.

The article discusses the basic principles of the formation of the ecological infrastructure of cities and the criteria for selecting the breed composition of urban green spaces. The role of green spaces in creating a comfortable environment for the living and leisure of the population is characterized. Examples of wood species with high gas-absorbing properties are given. The problem of uneven provision of tree cover on the territory of large cities of the Russian Federation, especially in their central part, is noted. A greening plan for the city of Bratsk for the period up to 2026 has been considered. The issues affected are the efficiency of dust retention and gas absorption, which depends on the width and density of plantations, the presence of shrub in the lower tier, and the assortment of woody and shrubby species.

УДК 504.06

Экологическая безопасность утилизации промышленных отходов филиала ТЭЦ-6 ООО «Байкальская энергетическая компания»

Д.А. Сягов^a, М.А. Варданян^b

Братский Государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^asyagov98@bk.ru; ^bсро@brstu.ru

Ключевые слова: экологическая безопасность, промышленные отходы, утилизация, золошлаковые отходы (ЗШО), технологии сухого золоудаления.

В данной статье рассмотрены вопросы экологической безопасности утилизации промышленных отходов филиала ТЭЦ-6 ООО «Байкальская энергетическая

компания». Выявлены как положительные аспекты, так и отрицательные стороны, имеющие место при обращении с отходами. Проведен обзор видов образующихся отходов по степени опасности для окружающей среды. Установлено, что предприятие осуществляет определенные мероприятия по минимизации негативного воздействия на окружающую среду, в частности, в рамках внедрения «технологии сухого золоудаления» и безопасной для окружающей среды утилизации отходов I – V классов опасности.

Согласно [7], процесс обращения с отходами (жизненный цикл отходов) включает в себя следующие этапы: образование, накопление и временное накопление, первичную обработку (сортировку, дегидратацию, нейтрализацию, прессование, тарирование и др.), транспортировку, вторичную переработку (обезвреживание, модификацию, утилизацию, использование в качестве вторичного сырья), складирование, захоронение и сжигание.

Обращение с каждым видом отходов зависит от его происхождения, агрегатного состояния, физико-химических свойств субстрата, количественного соотношения компонентов и степени опасности. Актуальность безопасного обращения с отходами обусловлена не только необходимостью соблюдения экологических норм, но и растущими потребностями общества к предприятиям с точки зрения их ответственности за состояние окружающей среды (ОС). В условиях глобальных изменений климата и ухудшения экологической ситуации в мире, энергетические предприятия должны не только минимизировать негативное воздействие на (ОС), но и активно участвовать в разработке и внедрении инновационных решений, направленных на улучшение экологической безопасности [1, 2].

Цель данной работы – изучить вопросы экологической безопасности при обращении с промышленными отходами на ТЭЦ-6 ООО «Байкальская энергетическая компания» (далее – ТЭЦ-6).

На ТЭЦ-6 реализация требований Федерального закона № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» осуществлена в Проекте нормативов образования отходов и лимитов на их размещение. Согласно сведениям инвентаризации, на предприятии образуется 61 вид отходов общей массой 116697,418 т/год [9]. Большая часть отходов филиала (в % по массе) относится к V классу опасности – 99,75 %, IV – 0,21 %, III – 0,04 %, наименьшее количество приходится на II и I классы, соответственно 0,001 и 0,003 %.

Из диаграммы соотношения видов отходов по классам опасности (рис.1) следует, что 26 (43 %) видов относится к V классу опасности, IV классу – 19 (31 %), III классу – 13 (21 %), II классу – 2 (3 %) и I классу – 1 (2 %) вид промышленных отходов.

Временное накопление (хранении) указанных отходов на предприятии допускается сроком не более чем одиннадцать месяцев. Вывоз отходов специализированной компанией с последующей их передачей для утилизации и обезвреживания производится по мере формирования транспортной партии, но не реже одного раза в 11 месяцев. При организации мест временного хранения (накопления) отходов приняты меры по обеспечению экологической безопасности [6].

Собственных объектов конечного размещения и хранения отходов на балансе учреждения нет. Организованная на территории предприятия система их сбора, временного хранения и транспортирования состоит из следующих звеньев (на примере нескольких видов отходов):

- сбор отработанных светодиодных ламп в закрытом помещении, в коробках;
- сбор отработанных ртутных ламп в герметичном закрытом контейнере;
- сбор отработанных ламп накаливания в герметичном открытом контейнере;
- перегрузка ТБО и ТКО в металлические контейнеры;
- вывоз ТБО и ТКО специализированной организацией согласно договору для дальнейшего захоронения на полигоне ТБО/ТКО;
- вывоз отработанных ламп специализированной организацией – согласно договору для дальнейшего обезвреживания;
- вывоз отходов бумаги, картона – согласно договору для дальнейшей переработки;
- вывоз отработанных масел, отходов автотранспорта – согласно договору для дальнейшего обезвреживания/утилизации.

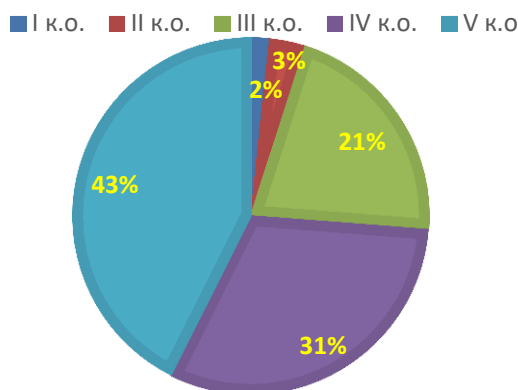


Рис. 1. Соотношение видов отходов по классам опасности, (в %) от их общего числа

Объемы утилизации промышленных отходов предприятия приведены на рис. 2. На обезвреживание передается – 3 вида отходов в количестве 2,113 т/год. Из них:

- I класса опасности – 1 вид в количестве 1,544 т/год;
- II класса опасности – 2 вида в количестве 0,569 т/год;

На утилизацию передается – 27 видов отходов в количестве 518,56 т/год. Из них:

- III класса опасности – 13 видов в количестве 43,451 т/год;
- IV класса опасности – 7 видов в количестве 1,402 т/год;
- V класса опасности – 7 видов в количестве 473,707 т/год.

На захоронение передается – 27 вида отходов в количестве 2364,04 т/год. Из них:

- IV класса опасности – 12 видов в количестве 241,297 т/год;
- V класса опасности – 15 видов в количестве 2122,743 т/год.

3 вида отходов V класса опасности утилизируется самостоятельно на предприятии (пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные; опилки натуральной чистой древесины; полипропиленовая тара незагрязненная) в количестве 6,607 т/год и 1 вид отхода V класса опасности размещается на золошлакоотвале в количестве 113906,53 т/год.

Анализ объемов утилизации отходов (рис. 2) позволяет сделать вывод о том, что на обезвреживание, утилизацию и захоронение передается их незначительное количество, а большая часть, в основном представленная ЗШО, отправляется на золошлакоотвал для дальнейшего накопления.

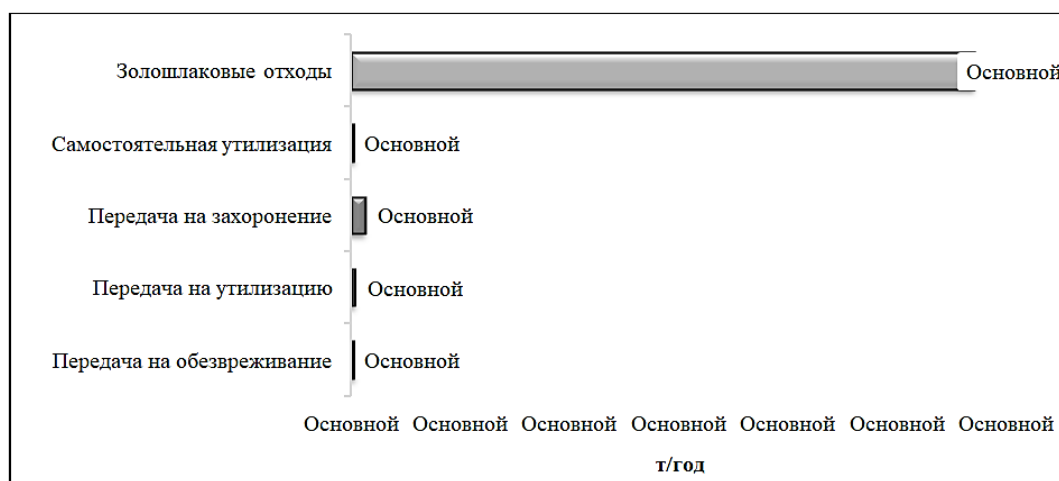


Рис. 2. Объемы утилизации промышленных отходов, т/год

Для реализации безопасного обращения с указанными отходами рекомендуются наилучшие доступные технологии:

- а) для утилизации золы и шлака
 - переработка в строительные материалы: зола и шлак, образующиеся в процессе сжигания угля, могут использоваться в производстве бетона, асфальта и других строительных материалов;
 - захоронение: в случае невозможности переработки, зола может быть помещена на специализированные полигоны, соответствующие экологическим стандартам [3,9];
- б) для утилизации отработанных масел
 - переработка: отработанные масла собираются и передаются на переработку, где они могут быть очищены и использованы повторно;
 - безопасная утилизация: в случае невозможности переработки, масла утилизируются на специализированных предприятиях с соблюдением всех экологических норм;
- в) для энергетической утилизации
 - сжигание отходов: в некоторых случаях возможно сжигание определенных видов отходов для получения энергии, что позволяет уменьшить объем отходов и одновременно генерировать электроэнергию [4,5];
- г) для вторичного использования
 - вторичная переработка материалов: металлы, пластики и другие материалы, используемые в производственных процессах, могут быть собраны и переработаны для повторного использования;
 - создание вторичных продуктов: например, использование старого оборудования или его частей для создания новых изделий [6,8];
- д) для внедрения эко- технологий
 - зеленые технологии, минимизирующие отходы на этапе проектирования и производства, например, замена традиционных ресурсов на экологически чистые альтернативы;
 - замкнутый цикл производства: создание системы, в которой отходы одного процесса становятся сырьем для другого [4, 5];

е) для системы мониторинга и отчетности

- контроль за отходами: внедрение систем мониторинга для отслеживания объемов отходов и их переработки, что позволяет оптимизировать процессы;
- отчеты о воздействии на окружающую среду: публикация регулярных отчетов о состоянии окружающей среды и результатах утилизации отходов [3,4].

На ТЭЦ-6 внедрены и применяются технологии, направленные на минимизацию негативного воздействия отходов предприятия на окружающую среду.

Важнейшей из них, с точки зрения безопасного обращения с отходами, является «технология сухого золоудаления», требующая значительных энергетических затрат, но эффективно удаляющая золошлаковые отходы. Её преимущества:

- улучшение экологической обстановки в районе размещения теплоэлектростанции;
- отсутствие необходимости расширения золоотвала, вследствие чего не нужно будет вырубать леса;
- снижение водопотребления электростанцией в целом;
- увеличение срока заполнения золоотвала в несколько раз;
- снижение себестоимости производства электроэнергии за счет ощутимого уменьшения удельной себестоимости удаления золошлаков;
- увеличение объема реализации золошлаков за счет создания возможности отгрузки сухой золы и шлака с требуемыми потребительскими свойствами в объеме спроса.

Важно отметить, что использование «технологии сухого золоудаления» одновременно снижает выбросы в атмосферу до 20 %. Кроме того, организация раздельного сбора золы и шлака из систем удаления ЗШО энергетических котлов ТЭЦ-6 играет ключевую роль в дальнейшей успешной их утилизации [8]. Система закрытого водооборота в системе золошлакоудаления способствует экономии свежей воды на 35% и снижению нагрузки на водоем. Однако «фильтрация» воды из золоотвала без создания «противофильтрационного» экрана приводит в отдельных случаях к повышению уровня грунтовых вод и заболачиванию прилегающей территории, что представляет собой конкретную задачу, требующую дальнейшего решения с целью повышения экологической и экономической эффективности «сухой» технологии золоудаления.

Еще одно направление – переработка крупнотоннажных золошлаковых отходов предприятия, объемы ежегодного накопления которых приведены в табл. 1 [6].

Таблица 1

Объемы образования ЗШО на филиале ТЭЦ-6 (2021–2024 гг), т/год

Название отхода	Периоды, г			
	2021	2022	2023	2024
ЗШО (т/год)	93381	93741	103663	113806,53

Указанный отход в объеме 60 % передается на утилизацию сторонним организациям, что превышает средний отраслевой показатель – 50 %. Это свидетельствует о безопасном использовании отходов ЗШО в качестве вторичных материальных ресурсов. Тем не менее, для полного соответствия требованиям в области экологии необходимо дальнейшее совершенствование методов утилизации ЗШО и внедрение инновационных решений, направленных на минимизацию экологического вреда, оказываемого золоотвалами.

Таким образом, изучены вопросы экологической безопасности ТЭЦ-6 ООО «Байкальская энергетическая компания». Выявлены как положительные аспекты, так и отрицательные стороны, имеющие место в процессе их утилизации. Установлено, что предприятие осуществляет определенные мероприятия по минимизации негативного воздействия на окружающую среду, в частности, в рамках внедрения «технологии сухого золоудаления» и безопасной для окружающей среды утилизации отходов I – V классов опасности.

Литература

1. Об экологической модернизации ТЭЦ-6 | Новости Братска// – ULR: <https://new-bratsk.ru/archives/62403/> (дата обращения 22.03.2025 г).
2. Оценка влияния режимных факторов на образование вредных выбросов от котлов ТЭЦ-6. – ULR: <https://elibr.sfu-kras.ru/handle/2311/31251/> (дата обращения 27.03.2025 г).
3. Пути повышения экологичности тепловых электростанций. – ULR: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018002545/> (дата обращения 20.03.2025 г).
4. Применение новых технологий для улучшения экологических показателей теплоэлектростанций (ТЭЦ). – ULR: <https://apni.ru/article/10512-primeneniye-novykh-tehnologiy-dlya-uluchsheniya-ekologicheskikh-pokazatelej-teploelektrocentralej-tec/> (дата обращения 26.03.2025 г).
5. Проблемы загрязнения окружающей среды при работе ТЭЦ. – ULR: <https://essebot.ru/ai-project/problemny-zagryazneniya-okruzhayushhej-sredy-pri-rabote-tecz/> (дата обращения 22.03.2025 г).
6. Проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНО-ОЛР). Филиал ООО «Байкальская энергетическая компания» ТЭЦ-6 в г. Братске. – 2023. – 205 с.
7. СанПин 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемиологических (профилактических) мероприятий». – ULR: https://www.gos potrebnadzor.ru/files/news/SP2.1.3684-21_territorii.pdf/ (Дата обращения 30.03.2025)
8. Шишелова Т.И., Самусева М.Н. Мониторинг золоотвалов ТЭЦ и пути снижения их негативного влияния на окружающую среду // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 9. – С. 65–66.
9. Экологическая безопасность теплоэнергетического комплекса. – ULR: <https://www.eprussia.ru/teploenergetika/15/169.htm/> (дата обращения 05.04.2025 г).

Environmental safety of industrial waste disposal at the branch of CHPP-6 of Baikal Energy Company LLC

D.A. Syagov^a, M.A. Vardanyan^b, I.I. Ivanenko^c

^{a, b} Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russia

^c PAO Novatek, Prosveshcheniya Ave., 85, Saint Petersburg, Russia

^asyagov98@bk.ru; ^bcpo@brstu.ru.

Keywords: environmental safety, industrial waste, disposal, ash and slag waste (ASW), dry ash removal technologies.

This article examines the issues of environmental safety of industrial waste disposal at the branch of CHPP-6 of Baikal Energy Company LLC. Both positive and negative aspects of waste management have been identified. A review of the types of waste generated by the degree of danger to the environment has been conducted. It has been established

that the enterprise is implementing certain measures to minimize the negative impact on the environment, in particular, within the framework of the implementation of “dry ash removal technology” and environmentally safe disposal of waste of I – V hazard classes.

УДК 504

Анализ обстановки с пожарами в городах и сельской местности России

Л.Д. Шоабибуллоева^а, В.А. Никифорова^б

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аlatifsulton@bk.ru, ^бnikiforovabr@mail.ru

Ключевые слова: пожары; лесные пожары; Иркутская область.

В статье проведен анализ обстановки с пожарами в городах и сельской местности России. Рассмотрены статистические показатели ФГИС «ФБД «Пожары»: количество пожаров, ед.; количество погибших людей, чел.; количество в травмированных людей, чел.; прямой ущерб, тыс. руб. Представлена динамика основных показателей обстановки с пожарами за 2017–2021 гг., указывающая на тенденцию к увеличению. Определены за 2021 год наибольшие площади, пройденные лесными пожарами: Уральский Федеральный Округ (31%), Дальневосточный Федеральный Округ (24%), Сибирский Федеральный Округ (19%). Показана характеристика лесных пожаров как неконтролируемого распространения огня по лесному массиву и проанализирована их динамика на территории РФ, позволяющие выделить основные и дополнительные причины возникновения лесных пожаров на территории Иркутской области.

Актуальность рассматриваемой темы связана с тем, что среди многих экологических проблем современности особое место занимает деградация и гибель объектов планеты под влиянием антропогенного фактора.

Пожарная опасность является особым видом опасности, который может привести к значительным людским потерям и к большому материальному ущербу

Рост числа пожаров и материальных потерь от них приводит к замедлению экономического развития отдельных регионов и других элементов национальной экономики [1].

По мнению Л.К. Исаевой «опасность природных пожаров связана с тем, что в стране ежегодно происходит от 12 до 37 тыс. пожаров и уничтожается от 400 до 4 млн га леса. Ущерб от лесных пожаров достигают 470 млн долларов в год, как это было в 1998 г. Известно, природные пожары сопровождаются значительными выбросами парниковых газов (CO₂, CH₄), токсичных и канцерогенных химических соединений. Например, в 2020–2021 гг. эмиссия продуктов горения при лесоторфяных пожарах составила 600 млн т [4].

Целью работы является проведение анализа динамики пожаров в городах и сельской местности России.

В качестве материала для исследования мы взяли ежегодную отчетность ФГИС «ФБД «Пожары» (ведомственная статистика МЧС России) и данные собственных исследований. Обращает на себя внимание тот факт, что ФГИС «ФБД «Пожары» (ведомственная статистика МЧС России) отражает следующие показатели:

- кол-во пожаров, ед.;
- кол-во погибших людей, чел.;
- кол-во травмированных людей, чел.;
- прямой ущерб, тыс. руб.

Динамика основных показателей обстановки с пожарами за 2017–2021 гг. представлена в таблице 1[5].

Таблица 1

Динамика основных показателей обстановки с пожарами за 2017-2021 гг.

Наименование показателя	2017	2018	2019	2020	2021
Количество пожаров, ед.	132844	131840	471426	439306	390764
+/- к предыдущему году, %	-4,8	-0,8	257,6	-6,8	-11,0
В том числе: в городах, ед.	78408	76661	265731	233766	215329
+/- к предыдущему году, %	-5,1	-2,2	246,6	-12,0	-7,9
в сельской местности, ед.	54436	55179	205695	205540	175435
+/- к предыдущему году, %	-4,2	1,4	272,8	-0,1	-14,6
Прямой материальный ущерб от пожаров, тыс. р.	13767378	15517156	18170365	20876301	16248694
+/- к предыдущему году, %	2,60	12,71	17,10	14,89	-22,17
В том числе: в городах	8917673	9488389	12174335	13905814	9763009
+/- к предыдущему году, %	26,8	6,4	28,3	14,2	-29,8
в сельской местности	4849705	6028767	5996030	6970487	6485685
+/- к предыдущему году, %	-24,1	24,3	-0,5	16,3	-7,0
Количество погибших при пожарах людей, чел.	7816	7909	8559	8310	8471
+/- к предыдущему году, %	-10,7	1,2	8,2	-2,9	1,9
В том числе: в городах	3795	3852	4312	4256	4482
+/- к предыдущему году, %	-12,2	1,5	11,9	-1,3	5,3
в сельской местности	4021	4057	4247	4054	3989
+/- к предыдущему году, %	-9,2	0,9	4,7	-4,5	-1,6
Количество травмированных при пожарах людей, чел.	9355	9642	9461	8419	8397
+/- к предыдущему году, %	-5,6	3,1	-1,9	-11,0	-0,3
В том числе: в городах	6332	6655	6286	5511	5528
+/- к предыдущему году, %	-5,8	5,1	-5,5	-12,3	0,3
в сельской местности	3023	2987	3175	2908	2869
+/- к предыдущему году, %	-5,0	-1,2	6,3	-8,4	-1,3

Отметим, что общее количество пожаров (ед.) по РФ с 2017 имеет тенденцию к увеличению, а именно количество пожаров в 2017 составляло более 133 тыс. ед., а в 2021 году более 390 тыс. ед. Вместе с тем следует подчеркнуть, что суммы прямого материального ущерба от пожаров характерны для периода с 2020 по 2021 гг. и составляют 20876301 тыс.р.

За 2021 год наибольшая площадь была пройдена лесными пожарами в Уральском Федеральном Округе (31 %), 24 % приходится на Дальневосточный Федеральный Округ и 19 % на Сибирский Федеральный Округ (рис. 1) [5].

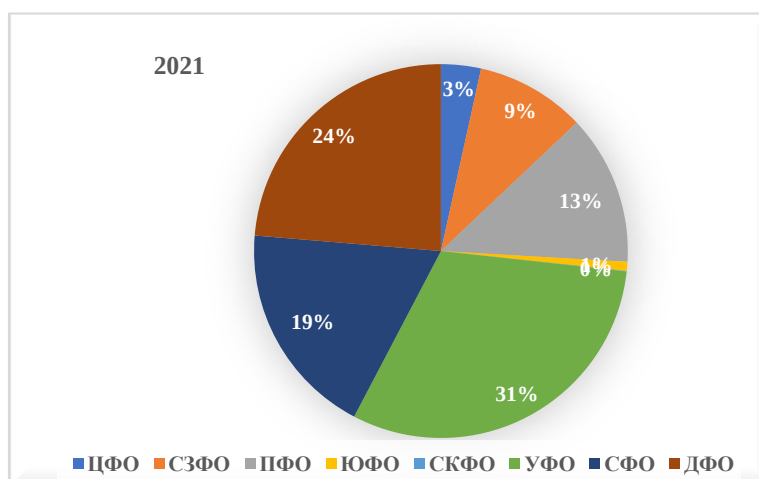


Рис. 1. Анализ динамики числа пожаров по субъектам Российской Федерации за 2021 г.

Далее уместно обратить внимание на лесные пожары. Лесной пожар представляет неконтролируемое распространение огня по лесному массиву. В любой ситуации даже небольшое возгорание может перерасти в стихийное бедствие.

В настоящее время вероятность возгорания и масштабного распространения огня из-за природных факторов не превышает 20 %, большинство лесных пожаров спровоцировано деятельностью людей.

Острота данной проблемы обуславливает необходимость мониторинга состояния древесной растительности в зоне антропогенной нагрузки.

Ежегодно многочисленные лесные пожары охватывают большую территорию России. Каждый год в России регистрируется от 9 тысяч до 35 тысяч лесных пожаров, охватывающих площадь от 500 тысяч до 3,5 миллионов гектаров. Сравнительная характеристика динамики лесных пожаров за последние 5 лет на территории Российской Федерации с 2018–2022 гг. предоставлена на рис. 2.



Рис. 2. Динамика лесных пожаров на территории РФ за 2018–2022 гг.

Анализ рис. 2 указывает на стремительный рост лесных пожаров. Отмечено, что крупные лесные пожары, на долю которых приходится до 90 % выгоревшей

площади, возникают на фоне массовых пожаров в экстремально пожароопасные сезоны.

Анализ причин возникновения лесных пожаров на территории Иркутской области показывает, что в 2020–2021 гг. основными причинами являлись [2, 3]:

- неосторожное обращение граждан с огнём (35–68 %);
- от грозных разрядов (40÷50 %);
- переход лесных пожаров с земель иных категорий (11÷15 %).

Обращает на себя внимание следующие причины возникновения лесных пожаров в регионе:

- от сельскохозяйственных палов;
- от замыкания ЛЭП;
- от возгораний в полосе отвода железных дорог;
- переход лесных пожаров через границу;
- прочие причины.

В заключении необходимо отметить – лесные пожары уменьшают прирост деревьев, ухудшают состав леса, уничтожают кормовую базу диких животных, гнездовья птиц нарушают связи корней с почвой, усиливают буреломы.

Литература

1. Герасимов А. А., Сон Э. Г., Гурков А. С. Экономическая оценка народнохозяйственных потерь от пожаров. М.: ВНИИПО, 2021. С. 208–212.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2020 году». Иркутск: ООО «Мегапринт», 2021. 307 с.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2021 году». – Ижевск: ООО «Принт», 2022 г. – 252 с.
4. Исаева Л. К. Экологические аспекты пожаров в России // Пожарная безопасность. 2019. № 3. С. 81–92.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: П 46 ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.

Analysis of the situation with fires in cities and rural areas of Russia

L.D. Shoabibulloeva^a, V.A. Nikiforova^b

Bratsk State University, 40 Makarenko str., Bratsk, Russia

^alatifsulton@bk.ru, ^bnikiforovabr@mail.ru

Keywords: fires; forest fires; Irkutsk region.

The article analyzes the fire situation in cities and rural areas of Russia. The statistical indicators of the Federal State Information System "Fires": number of fires, units; number of fatalities, people; number of injured people, people; direct damage, thousand rubles. The dynamics of the main indicators of the fire situation for 2017-2021 are presented, indicating an upward trend. The largest areas affected by forest fires were determined for 2021: the Ural Federal District (31%), the Far Eastern Federal District (24%), and the Siberian Federal District (19%). The characteristics of forest fires as an uncontrolled spread of fire through a forest area are shown and their dynamics on the territory of the Russian Federation are analyzed, allowing us to identify the main and additional causes of forest fires in the Irkutsk Region.

УДК 658

Исследование методов повышения износостойкости деталей лесозаготовительных машин

М.В. Бойцов^а, Д.А. Кузьмин, В.А. Иванов^б

Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

^аmaksim263@gmail.com, ^бivanovva55@mail.ru

Ключевые слова: идентификация дефектов, лесозаготовительные машины, износостойкость деталей.

В данной статье проведен анализ методов повышения технического уровня новых высокоэффективных лесных машин, которые требуют проведения фундаментальных исследований на базе математического моделирования и применения современных численных методов. На основе исследований, ясно что для кардинального повышения точности расчетов нагруженности узлов машин необходимо наиболее подробно учитывать влияние природных условий на надежность и ресурс деталей машин. Одним из путей решения этой проблемы является разработка на физико-технических основах комплекта расчетных методик и прикладных программ, позволяющих добиться уточнения и уменьшения потребностей в запасных частях, ремонтах и технических обслуживании на стадиях проектирования и эксплуатации машины.

Повышение технического уровня и разработка новых высокоэффективных лесных машин требуют проведения фундаментальных исследований на базе математического моделирования и применения современных численных методов. Это позволяет на стадии проектирования машин добиться современного уровня по главным показателям качества (техническим, экологическим, эргономическим, безопасности эксплуатации и обслуживания и др.). Всё это обеспечивает их конкурентоспособность и эффективную эксплуатацию. В современных условиях, проведение таких исследований требует разработки комплекса математических моделей, позволяющих с помощью вычислительной техники моделировать функционирование систем «машина-среда», устанавливать характер и степень влияния всей совокупности факторов, отражающих воздействие, как внешней среды на машину, так и конструктивных особенностей машины.

В последнее время особую важность для отечественных лесозаготовительных машин приобретают исследования связанные с оценкой прочности и усталостной долговечности элементов их металлоконструкций.

Под идентификацией дефектов и повреждений подразумевается отнесение неисправностей к определённому классу или виду (усталость, износ, деформация, фреттинг-коррозия и т.п.). Идентифицируя дефект или повреждение, зная его природу, специалист в дальнейшем может определить причины появления неисправности

и степень её влияния на технологическую систему оборудования. Идентификация выявленных дефектов и повреждений осуществляется путём сравнения их характерных признаков с известными образцами или описаниями, которые для удобства пользования могут собираться и систематизироваться в иллюстрированных каталогах (рис. 1).

Внешний вид повреждения	Описание повреждения	Причины возникновения
	Осповидное выкрашивание ролика подшипника	Воздействие переменных нагрузок при напряжениях в материале, достигающих предела выносливости.
	Угловое смещение пятна контакта зубчатой передачи	Перекас валов редуктора. Несовпадение углов наклона зубьев шестерни и колеса.
	Хрупкое разрушение металла втулки зубчатой муфты	Перегрузка механизма. Низкое качество поковки. Неправильно выбранная марка стали.

Рис. 1. Пример каталога (базы данных) описаний неисправностей, дефектов и повреждений

Как известно для повышения износостойкости деталей используются лазерное легирование тонких поверхностных слоев металлов и сплавов, локальная поверхностная закалка сталей, лазерное упрочнение титановых сплавов путем оксидирования поверхностного слоя и снижение их наводороживания в процессе трения.

В процессе работы машины показатели изнашивания деталей и сопряжений не сохраняют постоянных значений.

В процессе приработки изменяются и макрогеометрические характеристики узла трения. При длительной приработке и высокой интенсивности изнашивания в этот период возможно образование зазоров, величина которых больше допустимого значения для данной пары трения (рис. 2).



Рис. 2. Износ ролика при трении о вал (лунки сверху)

Это приводит к росту давления и температуры в зоне контакта и снижает длительность периода установившегося изнашивания. Чем ближе исходная деталь по топографии поверхности трения и структуре поверхностных слоев к детали, работающей в условиях установившегося изнашивания, тем более высокой может быть ее долговечность. Период приработки необходимо проводить при сравнительно легких режимах нагружения (нагрузка, скорость скольжения, температура в зоне контакта).

Трибосопряжение – это две функционально связанные детали, например вал – втулка, два зубчатых колеса, между которыми существует трение. Трибосопряжение, согласно ЕСКД, может быть отнесено к сборочной единице или изделию, состоящему из двух составных частей.

Постепенное изнашивание сопрягаемых деталей сопровождается ростом зазоров, ухудшением условий смазки и усилением динамических нагрузок. Это вызывает неравномерный износ материала по поверхности трения. Появляются макрогеометрические отклонения (овальность, конусность, волнистость и др.).

Рассмотренный материал показывает, что при дальнейшем нагружении макрогеометрические отклонения становятся причиной повышения интенсивности изнашивания. Часто этот период заканчивается катастрофическим изнашиванием и объемным разрушением деталей узла трения.

При определении основных требований к износостойкости материалов для большинства трибосопряжений исходят из того, что при изготовлении и эксплуатации узлов трения необходимо обеспечить (рис. 3):

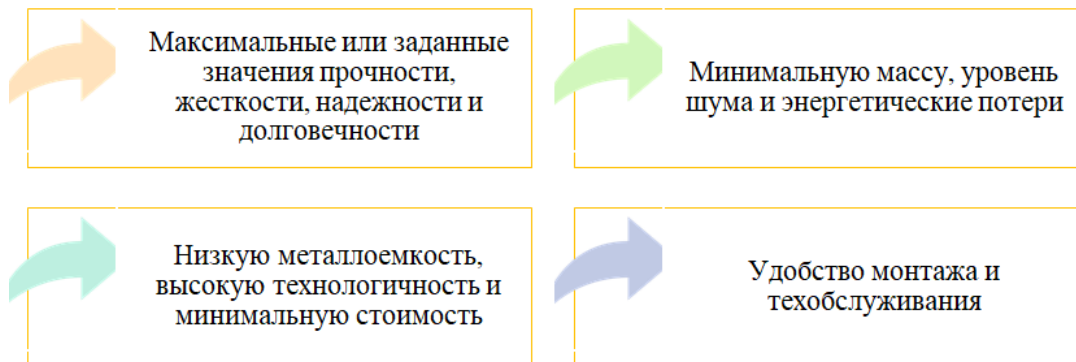


Рис. 3. Основные требования к износостойкости материалов

Нужно отметить, что, для кардинального повышения точности расчетов нагруженности узлов машин необходимо наиболее подробно учитывать влияние природных условий на надежность и ресурс деталей машин. Такой подход представляет собой возможность получения множества вариантов расчетного определения нормативов указанных потребностей в зависимости от уровня представления природных условий: район, область, Север, Центр, Урал, Сибирь, Дальний Восток. Одним из путей решения этой проблемы является разработка на физико-технических основах комплекта расчетных методик и прикладных программ, позволяющих добиться уточнения и уменьшения потребностей в запасных частях, ремонтах и технических обслуживании на стадиях проектирования и эксплуатации машины.

Литература

1. Анисимов Г.М., Кочнев А.М. Лесотранспортные машины: учебное пособие. СПб: изд-во Лань, 2009. – 448 с.
2. Белый А.В. Структура и методы формирования износостойких поверхностных слоев/А.В. Белый, Г.Д. Карпенко, Н.К. Мышкин. – М.: Машиностроение, 1991. – 208 с.
3. Жарков В. Я. Триботехническое материаловедение: учебное пособие / В. Я. Жарков. – Брянск: Изд-во БГТУ, 2005. – 159 с.
4. Мрочек Ж. А. Прогрессивные технологии восстановления и упрочнения деталей машин: учебное пособие / Ж.А. Мрочек, Л.М. Кожуро, И.П. Филонов. – Минск: Технопринт, 2000. – 268 с.
5. Пилюшина Г.А. Повышение эффективности функционирования рабочих органов и трибосистем технологических машин лесного комплекса. – ULR: [https://www. dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-funktsionirovaniya-rabochikh-organov-i-tribosistem-tekhnologicheski/](https://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-funktsionirovaniya-rabochikh-organov-i-tribosistem-tekhnologicheski/) (дата обращения 12.04.2025).

Investigation of methods of increasing the wear resistance of parts of logging machines

M.V. Boytsov^a, D.A. Kuzmin, V.A. Ivanov^b

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^amaksim263@gmail.com, ^bivanovva55@mail.ru

Keywords: defect identification, logging machines, wear resistance of parts.

This paper analyzes the technical upgrading methods of new high-performance logging machines, which require fundamental research based on mathematical modeling and the application of modern numerical methods. Based on the studies, it is clear that in order to drastically improve the accuracy of machine node load calculations, it is necessary to consider in more detail the influence of natural conditions on the reliability and resource of machine parts. One of the ways to solve this problem is to develop on physical and technical grounds a set of calculation methods and application programs that allow to achieve refinement and reduction of spare parts, repairs and maintenance needs at the design and operation stages of the machine.

УДК 658

Исследование показателей долговечности и сохраняемости и характеристика отказов лесозаготовительных машин

М.В. Бойцов^a, Д.А. Кузьмин, В.А. Иванов^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

^amaksim263@gmail.com, ^bivanovva55@mail.ru

Ключевые слова: отказ, лесозаготовительные машины, долговечность, сохраняемость, работоспособность.

В данной статье рассматривается анализ программы для определения долговечности и сохраняемости срока службы основных узлов машин и их восстановление до поломки. На основе исследований, ясно что для отказов, носящих слу-

чайный характер, появление которых может быть предсказано, как правило, только проведением углубленной диагностики машины, узла, агрегата, требуется применение для их устранения специальных инструментов, приборов, высокой квалификации ремонтных рабочих, надлежащего материального обеспечения. Таким образом, одним из основных направлений сохранения и поддержания машин в работоспособном состоянии является своевременное предупреждение отказов, предвидение возможного достижения структурных параметров их узлов и систем предельного значения, при котором эксплуатация машин становится экономически нецелесообразной.

Согласно данным многочисленных исследований, затраты времени на ремонт, вызванный отказом и износом деталей, составляют 15 %. Порядка 56 % поломок происходит по причине дефектов в изготовлении деталей, 42 % вызваны случайными причинами. Неисправности, возникшие по вине обслуживающего персонала, составляют максимум 15 % по вине оператора и 7 % – по вине механика.

Как правило, успешная работа лесозаготовительных предприятий, применяющих технику, связывается с хорошо налаженной системой технического обслуживания, наличием эффективных программ ТО и развитых систем связи.

Основой таких программ является определение долговечности и сохраняемости срока службы основных узлов машин и их восстановление до поломки.

Показателями долговечности и сохраняемости лесозаготовительных машин являются (рис. 1).

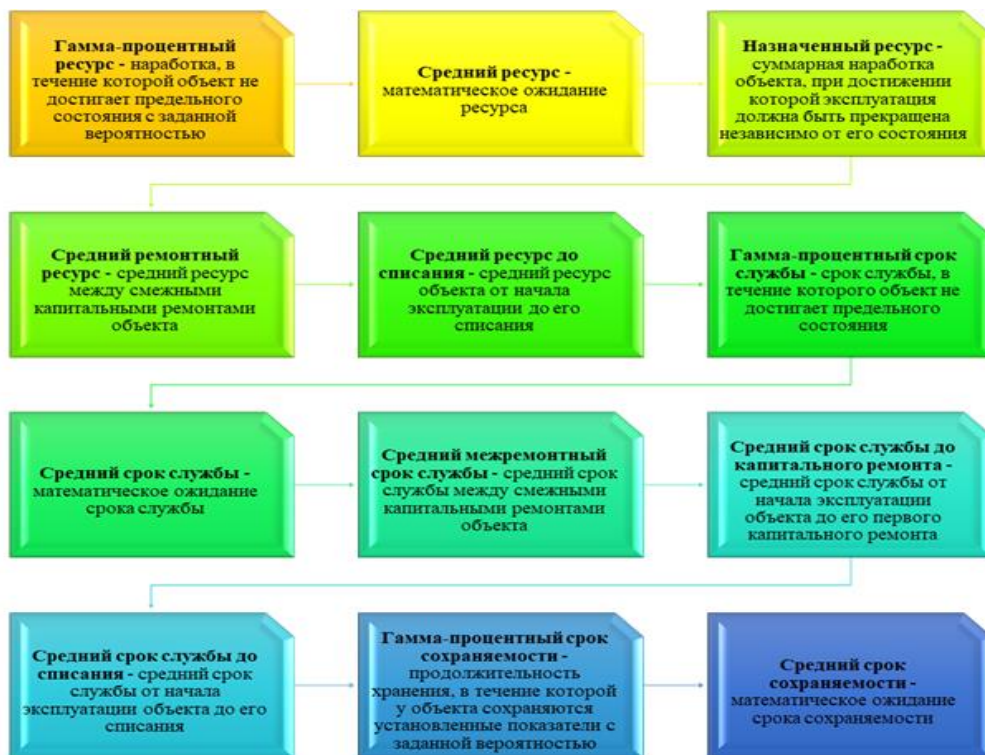


Рис. 1. Показатели долговечности и сохраняемости техники

Придавая важное значение качеству и своевременности проведения обязательных операций ТО, при современном уровне лесозаготовительной техники эксперты не исключают необходимости выполнения большого объема ремонтных работ по устранению отказов.

Отказы, носящие случайный характер, появление которых может быть предсказано, как правило, только проведением углубленной диагностики машины, узла, агрегата, требуют применения для их устранения специальных инструментов, приборов, высокой квалификации ремонтных рабочих, надлежащего материального обеспечения. Текущий ремонт – это наиболее трудоемкий и дорогостоящий из всех видов работ в технической эксплуатации лесозаготовительных машин и оборудования.

Во многом отказы узлов, гидроаппаратуры или правила эксплуатации и обслуживания зависят конкретно от типа техники. К примеру, харвестер – это сложная в техническом устройстве машина с автоматизированным управлением. Ее главный элемент – харвестерная головка. Поскольку даже малейшие неисправности могут нарушить работу таких операций как удаление сучьев, раскряжевка и раскладывание сортимента, техническое состояние механизма требует постоянного контроля. Особое внимание необходимо уделять и пилящему механизму, который всегда должен быть в исправном состоянии и грамотно подготовлено к работе, а также гидравлике и автоматике.

Еще одна востребованная лесная машина – форвардер. При помощи гидравлического манипулятора осуществляется захватывание и перемещение сортимента, следовательно очень важно не перегружать его в процессе эксплуатации, для чего стоит учитывать максимальную нагрузку при выборе длины стрелы. Стабильность и долгий срок службы гидравлической системы зависит от своевременной замены и качества масла, а также исправного состояния рукавов высокого давления и элементов гидравлической системы.

Особо стоит коснуться зимнего обслуживания, так как в России лесозаготовительным компаниям нередко приходится работать при пониженных температурах, что создает сложности не только при эксплуатации, но и при ремонте машин, так как именно на зимнее время приходится большинство отказов оборудования.

Одним из основных понятий в теории надежности техники является понятие отказа (объекта, элемента, системы).

Отказ объекта – событие, заключающееся в том, что объект полностью или частично перестает выполнять заданные функции. При полной потере работоспособности возникает полный отказ, при частичной – частичный. Понятия полного и частичного отказов каждый раз должны быть четко сформулированы перед анализом надежности, поскольку от этого зависит количественная оценка надежности.

Конструкции лесозаготовительных машин весьма разнообразны и зависят от их назначения. Однако, различаясь по конструкции, лесозаготовительные машины имеют узлы и детали одинакового назначения. Лесозаготовительное оборудование работает, как правило, в условиях тяжелых и неравномерных нагрузок, вследствие чего отдельные их узлы выходят из строя.

Из экспертной практики наиболее часто возникают отказы следующих узлов лесозаготовительных машин (табл. 1).

Причинами отказов узлов лесозаготовительной техники могут являться:

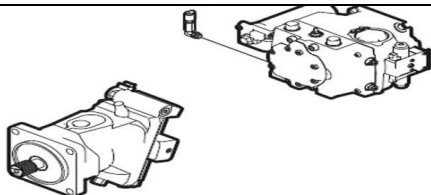
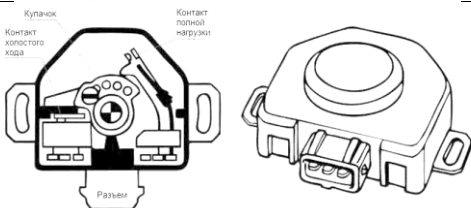
- производственные дефекты узлов и деталей (несоответствие прочностных, пластических свойств деталей, ненадлежащая сборка узлов, наличие структурных дефектов металлов и сплавов и др.);

– ненадлежащее выполнение работ по ремонту и техническому обслуживанию лесозаготовительных машин (например, использование недопустимых марок смазочных материалов, недостаточное либо чрезмерное их количество, несвоевременная или некачественная замена расходных материалов и др.);

– дефекты, связанные с эксплуатацией лесозаготовительных машин (механические повреждения вследствие ошибок операторов, перегрузка, естественный износ деталей и узлов).

Таблица 1

Узлы лесозаготовительных машин, в которых возникают отказы

№ п/п	Наименование	Общий вид
1	Элементы гидропривода различных систем лесозаготовительных машин (гидромоторы, гидронасосы)	
2	Электронные датчики положения, перемещения, длины и т.д.	
3	Несущие элементы конструкций (колонны манипуляторов, звенья подвески и др.)	
4	Компрессоры, радиаторы, вентиляторы систем охлаждения и прочие устройства	

В условиях ускоренной обновляемости модификаций лесозаготовительных машин возникает потребность в определении и прогнозировании показателей их надежности в наиболее сжатые сроки. Прежде всего, это относится к оценке показателей долговечности и таких показателей безотказности, как наработка машины на отказ.

Эта потребность оценки надежности машины за ограниченный промежуток времени, как правило, бывает вызвана необходимостью иметь сравнительные оценки различных конструкций машин, например, при запуске машины в серийное произ-

водство, контроле текущего качества, когда получение информации путем ресурсных испытаний в условиях эксплуатации затягивается на несколько лет.

Данную проблему можно решать как путем внедрения ускоренных испытаний, так и внедрением методов определения показателей надежности машин по результатам сокращенных испытаний.

Результаты того и другого метода должны дополнять и другие источники информации по прогнозированию работоспособности машин, в частности, данные о закономерности изменения надежности в зависимости от величины наработки аналогов и прототипов совершенствуемой лесозаготовительной техники.

Несмотря на высокое качество обслуживания зарубежных машин при эксплуатации в условиях эксплуатации северных регионов России именно гидроприводы требуют особого внимания. Так выход из строя рукавов высокого давления (РВД) составляет 21,6 %, гидроцилиндров – 18,8 % отказов.

Большое количество отказов РВД и уплотнений гидроцилиндров вызвано сложными условиями эксплуатации, динамическими режимами.

Несмотря на высокое качество обслуживания зарубежных машин в условиях эксплуатации северных регионов России гидроприводы требуют особого внимания. Так выход из строя рукавов высокого давления машин харвестер составляет 21,6%, гидроцилиндров – 18,8 % отказов.

Большое количество отказов РВД и уплотнений гидроцилиндров вызвано сложными условиями эксплуатации, динамическими режимами.

По элементам гидропривода количество отказов показано на рис. 3.

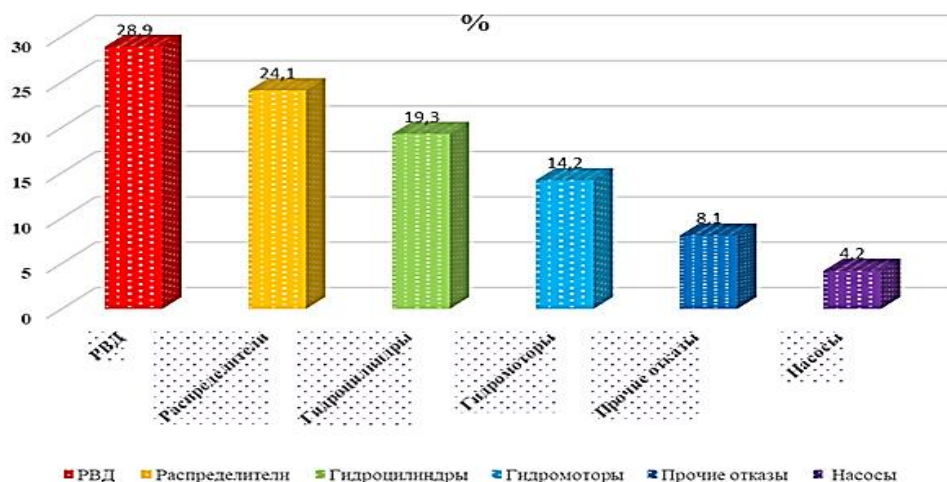


Рис. 2. Количество отказов машины Харвестер JD1470F по элементам гидроприводов

То, что на гидроприводы машин харвестеров приходится 43,3% отказов, говорит о недостаточной эксплуатационной надежности элементов гидропривода.

При исследовании надежности серийных и опытных машин важно выяснить, насколько число отказов или наработка на отказ, достигнутая, например, за первые сотни и тысячи моточасов, соответствует плановой (нормативной). С помощью нормированных уравнений можно определить условно-нормативную наработку на отказ за любой период испытания машины, исходя из ее предусмотренной нормативно-технической документацией безотказности за конкретную общую наработку.

В настоящее время широко используются статистические данные об отказах, полученные в условиях эксплуатации оборудования. При этом они часто обрабатываются таким образом, что приводимые характеристики надежности являются не интенсивностью отказов, а параметром потока отказов. Это вносит ошибки при расчетах надежности. В ряде случаев они могут быть значительными.

Таким образом, одним из основных направлений сохранения и поддержания машин в работоспособном состоянии является своевременное предупреждение отказов, предвидение возможного достижения структурных параметров их узлов и систем предельного значения, при котором эксплуатация машин становится экономически нецелесообразной. Диагностирование, как процесс предупреждения, обнаружения и устранения отказов в процессе ремонтов является неотъемлемой частью поддержания на необходимом уровне надежности машин и оборудования.

Литература

1. Восстановление деталей машин: справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов; под ред. В.П.Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
2. Иванов В. П. Технология и оборудование восстановления деталей машин: учебник / В.П. Иванов. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 458 с.
3. Павлов А.И. Надежность гидроприводов лесосечных машин: Научное издание / Под. ред. Ю.А. Ширнина. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 212 с.
4. Пошарников Ф. В. Особенности работы узлов трения в лесопромышленном оборудовании / Ф. В. Пошарников, А. В. Усиков. // Природопользование: ресурсы, техническое обеспечение. Межвузовский сборник научных трудов – ГОУ ВПО «ВГЛТА», 2009. – Вып. 4. – С. 95-100.
5. Ремонт и техническое обслуживание гидравлических цилиндров. – ULR: <https://www.topclimat.ru/publications/remont-zilindrov.html/> (дата обращения 09.05.2025).
6. Технология ремонта машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский. М.: КолосС, 2007. – 488 с.

Investigation of durability and maintainability indicators and failure characterization of logging machines

M.V. Boytsov^a, D.A. Kuzmin, V.A. Ivanov^b

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^amaksim263@gmail.com, ^bivanovva55@mail.ru

Keywords: failure, logging machines, durability, maintainability, performance.

This article considers the analysis of the program to determine the durability and maintainability of the service life of the main machine assemblies and their recovery before failure. Based on research, it is clear that for failures of a random nature, the appearance of which can be predicted, as a rule, only by conducting an in-depth diagnosis of the machine, unit, unit, requires the application for their elimination of special tools, devices, highly qualified repair workers, material safety. Thus, one of the main directions of keeping and maintaining machines in working condition is the timely warning of failures, anticipating the possible reaching of the structural parameters of their nodes and systems of a limit value, at which the operation of machines becomes economically unviable.

Разработка устройства для механической заточки цепных пил с фасонным профилем режущего зуба

П.В. Бырдин^а

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аbyrdin_pavel@mail.ru

Ключевые слова: цепная пила, заточка, устройство, шлифовальный диск, фасонный профиль.

В данной статье рассматриваются вопросы заточки цепных пил лесозаготовительных машин, которая производится на станках с применением плоских шлифовальных дисков, в следствии чего режущая кромка зуба приобретает не правильную, ассиметричную форму. В следствии чего у таких цепей снижается наработка и увеличивается интенсивность износа режущего зуба. В связи с этим разработка альтернативных устройств для механической заточки цепных пил с фасонным профилем режущего зуба является актуальной темой. В статье представлены результаты патентного поиска устройств для заточки пильных цепей, проведен их анализ и сделан вывод необходимости разработки устройства для механизированной заточки цепных пил с фасонным профилем режущего зуба. Предложена схема устройства, состоящего из станины, заточного устройства с заточным инструментом оснащенным абразивным конусом и направляющей для цепи; приведен принцип его работы. Сделан вывод о том, что применение такого устройства позволит затачивать цепи с фасонным профилем режущего зуба в условиях крупного производства.

В настоящее время, заточка цепных пил лесозаготовительных машин производится на станках с применением плоских шлифовальных дисков, в следствии чего режущая кромка зуба приобретает не правильную, ассиметричную форму. В следствии чего у таких цепей снижается наработка и увеличивается интенсивность износа режущего зуба. Для поиска решений существующей проблемы был проведен патентный поиск устройств для заточки пильных цепей.

Известно изобретение СССР № SU 1174186 Устройство для заточки элементов пильных цепей [1].

Устройство (рис. 1) работает следующим образом.

При включении привода 2 транспортирующий механизм 3 получает вращение через цепную передачу 7. На транспортирующем механизме 3 на штырях 8 при помощи зажимов 6 закреплены затачиваемые пильные элементы, которые подводятся к шлифовальному кругу. На шпиндель шлифовальной головки ставится два круга, разные по зернистости и толщине, для повышения производительности труда и улучшения чистоты обрабатываемой поверхности. Обрабатываемые элементы на штырях 8 расположены под углом α к шлифовальному кругу. Шлифовальная головка расположена под углом α_1 к горизонтальной плоскости.

Такое расположение абразивного круга под углом α_1 к плоскости стола и наклон изделия под углом α к шлифовальной головке позволяет получить за один проход два угла, при этом затачиваемый элемент равномерно проходит через периферию круга, что не требует частой правки шлифовального круга до полного износа.

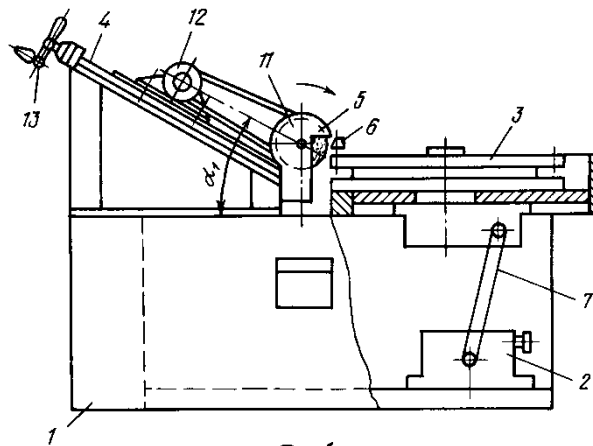


Рис. 1. Устройство для заточки элементов пильных цепей

Известна полезная модель РФ № RU 18056 Станок для заточки пильных цепей [2].

Станок (рис. 2) для заточки пильных цепей, состоящий из станины и суппорта для закрепления и перемещения пильной цепи, абразивной головки, приводимой в движение электродвигателем, и устройства для ее перемещения в рабочее положение и вывода из него, отличающийся тем, что абразивная головка и находящийся с ней на одной оси электродвигатель, размещены на конце рычага второго рода, один конец которого поворачивается вокруг оси, укрепленной на кронштейне, а на другом конце размещена ручка для перемещения в вертикальной плоскости, причем рычаг снабжен пружиной, возвращающей его в рабочее положение.

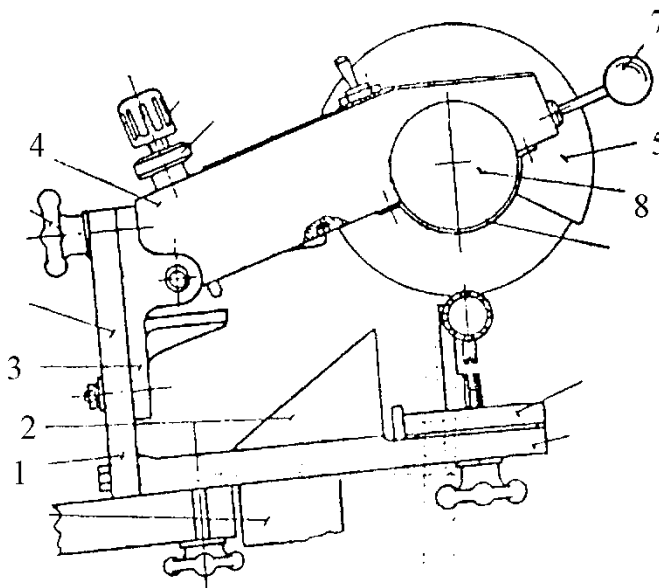


Рис. 2. Станок для заточки пильных цепей

Известна полезная модель РФ № RU 137493 Устройство для заточки пильных цепей для лесозаготовительных машин [3].

Полезная модель (рис. 3) относится к лесозаготовительной промышленности и может быть использована в устройствах для заточки пильных цепей, зубья которых выполнены в виде содержащих задние стенки П-образных элементов верхние и боковые грани которых заострены с образованием верхних и боковых режущих кромок. Устройство для заточки пильной цепи включает вогнутый точильный камень, который имеет П-образную форму, при этом устройство снабжено плоскими точильными щечками для заточки боковых режущих кромок зуба, смонтированными на передвижном блоке с возможностью их сближения с учетом потерь после переточек.

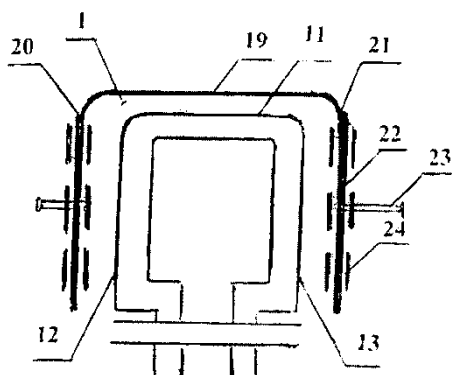


Рис. 3. Устройство для заточки пильных цепей для лесозаготовительных машин

Известно изобретение РФ № RU 2572917 Устройство для заточки пильных цепей [4].

Работа устройства (рис. 4) осуществляется следующим образом.

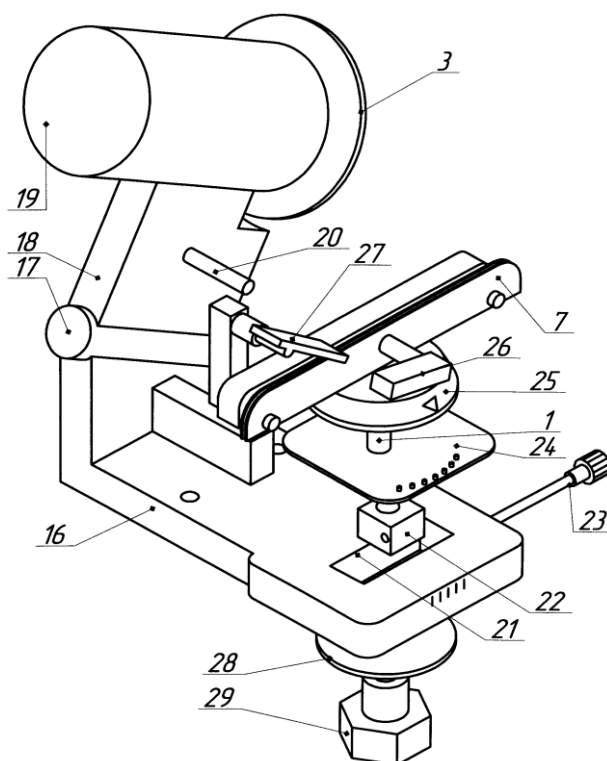


Рис. 4. Устройство для заточки пильных цепей

Ходовым винтом 23 ползун 22, а вместе с ним и поворотная платформа 25 устанавливаются в определенное положение (зависит от угла заточки в плане, УНЗ, типа цепи, степени ее износа и т.д.). В направляющие для цепи 7 устанавливается затачиваемая цепь, поворотной платформой 25 выставляется угол заточки в плане (поворот вправо – правые, поворот влево – левые зубья), специальной гайкой 29 поворотная платформа 25 фиксируется. Винтом 20 выставляется ход заточного диска 3 на врезание, упором механизма позиционирования 27 устанавливается толщина снимаемого слоя. Винтом 26 цепь зажимается в направляющих. Включается эл. двигатель 19, производится заточка зуба и т.д. При установке смещения А равным нулю УНЗ тоже будет равным нулю.

Общим недостатком таких устройства для заточки пильных цепей является невозможность заточки пильных зубьев в фасонную поверхность ввиду использования при заточки плоского заточного диска.

Для устранения выявленных недостатков было разработано устройство для заточки цепных пил с фасонным профилем режущего зуба представленное на рис. 5.

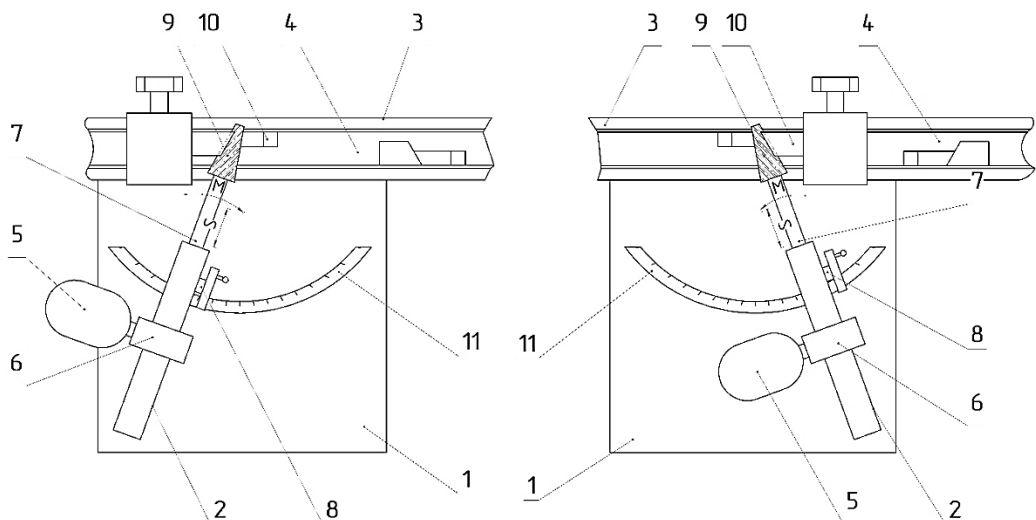


Рис. 5. Устройство для заточки цепных пил с фасонным профилем режущего зуба:
а – положение устройства для заточки левых зубьев,
б – положение устройства для заточки правых зубьев

Устройство для заточки цепных пил с фасонным профилем режущего зуба состоит из станины 1, на которой смонтировано устройство для заточки 2 и направляющая для цепи 3 с пильной цепью 4 и фиксатором 5. Устройство для заточки 2 содержит электродвигатель 6, механизм передачи вращения 7 с двигателя 6 на заточной инструмент 8. Заточной инструмент 8 имеет возможность вращаться вокруг своей продольной оси, а также возвратно-поступательно перемещаться вдоль этой же оси по средствам механизма 9. На конце заточного инструмента 8 жестко закреплен абразивный конус 10 с боковой поверхностью, соответствующей фасонному профилю зуба цепной пилы. На станине в пазе 11 смонтирована градуированная шкала для выставления угла заточки.

Устройство работает следующим образом (рис. 5, а). Затачиваемая цепь устанавливается в направляющую 3 и фиксируется фиксатором 5, включается электродвигатель 6 и заточной инструмент 8 посредством механизма 9 подается с затачиваемому зубу. Абразивный конус 10 с боковой поверхностью, соответствующей фасонному профилю зуба цепной пилы, затачивает зуб. Угол заточки меняется при

помощи паза 11. Для заточки зубьев противоположного ряда устройство для заточки поворачивают вправо (рис. 5, б) и повторяют процедуру.

Анализируя вышесказанное можно отметить, что для механизированной заточки цепных пил с фасонным профилем режущего зуба в условиях крупного производства было предложено устройство, состоящее из станины, заточного устройства с заточным инструментом оснащенным абразивным конусом и направляющей для цепи. Применение такого устройства позволит затачивать цепи с фасонным профилем режущего зуба в условиях крупного производства.

Литература

1. Авторское свидетельство СССР № 3548560/28-08, 23.08.1985. Устройство для заточки элементов пильных цепей // Авторское свидетельство СССР № 1174186. 1985. / Курилюк В.С., Меркушин П.П., Знаков В.Н. [и др.].
2. Полезная модель РФ № 2000115845/20, 22.06.2000. Станок для заточки пильных цепей // Полезная модель России № 18056. 2001. Бюл. 14 / В.И. Попов.
3. Полезная модель РФ № 2013148656/02. 01.11.2013. Устройство для заточки пильных цепей для лесозаготовительных машин // Полезная модель России № 137493. 2014. Бюл. 5 / Григорьев И.В., Тамби А.А., Елизаров Ю.М., [и др.].
4. Патент РФ № 2014119482/02, 14.05.2014. Устройство для заточки пильных цепей // Патент России № 2572917. 2016. Бюл. 32. / Н.К. Морозов.

Development of a device for mechanical sharpening of chain saws with a shaped profile of the cutting element

P.W. Byrdin

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^abyrdin_pavel@mail.ru

Keywords: chain saw, sharpening, device, grinding disk, shaped profile.

This article considers the issues of sharpening of chain saws of logging machines, which is carried out on machines with the application of flat grinding wheels, as a result of which the cutting edge of the tooth acquires an incorrect, asymmetric shape. As a result, the service life of such chains decreases and the intensity of wear of the cutting tooth increases. In this regard, the development of alternative devices for mechanical sharpening of chain saws with a shaped profile of the cutting tooth is a topical issue. The article presents the results of a patent search for devices for sharpening saw chains, analyzes them and concludes that it is necessary to develop a device for mechanized sharpening of chain saws with a shaped profile of the cutting tooth. A diagram of the device is proposed, consisting of a frame, a sharpening device with a sharpening tool equipped with an abrasive cone and a guide for the chain; the principle of its operation is given. It is concluded that the application of such a device will allow sharpening chains with a shaped cutting tooth profile in large-scale production conditions.

Анализ теории мониторинга изменения технического состояния лесных машин

С.А. Иванов, И.А. Гарус^а

Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

^аivan-garus@yandex.ru

Ключевые слова: телеметрические информационные системы, средства мониторинга, датчики.

В данной статье рассматривается анализ технического диагностирования, которым оценивается и прогнозируется техническое состояние лесозаготовительной машины, остаточный ресурс ее узлов и агрегатов, осуществляется поиск и локализация неисправностей и отказов. На основе исследований, ясно что важное место в системе технического обслуживания и ремонте эксперты отводится диагностике, разработке новых способов ТО и специальных приборов. Отмечено, что на сегодняшний день необходимым условием успешного обслуживания по техническому состоянию лесозаготовительных машин, является мониторинг изменений их технического состояния в процессе эксплуатации. Сделан вывод, что, техническое состояние лесозаготовительных машин во многом зависит от системного подхода к практическому использованию систем диагностического мониторинга и управления, мобильных и стационарных технических средств.

Развитию технической диагностики, оптимизации ее процессов и оценки эффективности посвящены работы многих ученых. В результате технического диагностирования оценивается и прогнозируется техническое состояние машины, остаточный ресурс ее узлов и агрегатов, осуществляется поиск и локализация неисправностей и отказов.

Основные задачи технического диагностирования следующие: контроль технического состояния, поиск (локализация) места отказа (неисправности), определение причины отказа (неисправности), прогнозирование технического состояния.

Важное место в системе технического обслуживания и ремонте эксперты отводят диагностике, разработке новых способов ТО и специальных приборов. К методам технической диагностики, обычно не требующим полной разборки обследуемых механизмов или предусматривающим лишь незначительный демонтаж, относятся внешний осмотр, испытание на ходу, обследование с применением соответствующих приборов и т. п.

Результаты технического диагностирования являются основанием для решения вопроса о дальнейшем характере и режиме использования машины, времени постановки ее в ремонт, номенклатуре и объемах ремонтно-профилактических работ, включая замену составных частей.

Система технического диагностирования представляет собой совокупность средств, методов и объекта диагностирования, а также исполнителей, осуществляющих диагностические операции.

Диагностирование поддерживает на должном уровне надежность автомобилей, уменьшает расход запасных частей, материалов и трудовых затрат на ТО и ремонт.

Во многом правила эксплуатации и обслуживания зависят конкретно от типа техники.

Несколько иной список основных задач технической диагностики приводит П.П. Пархоменко в своей работе (рис. 1).

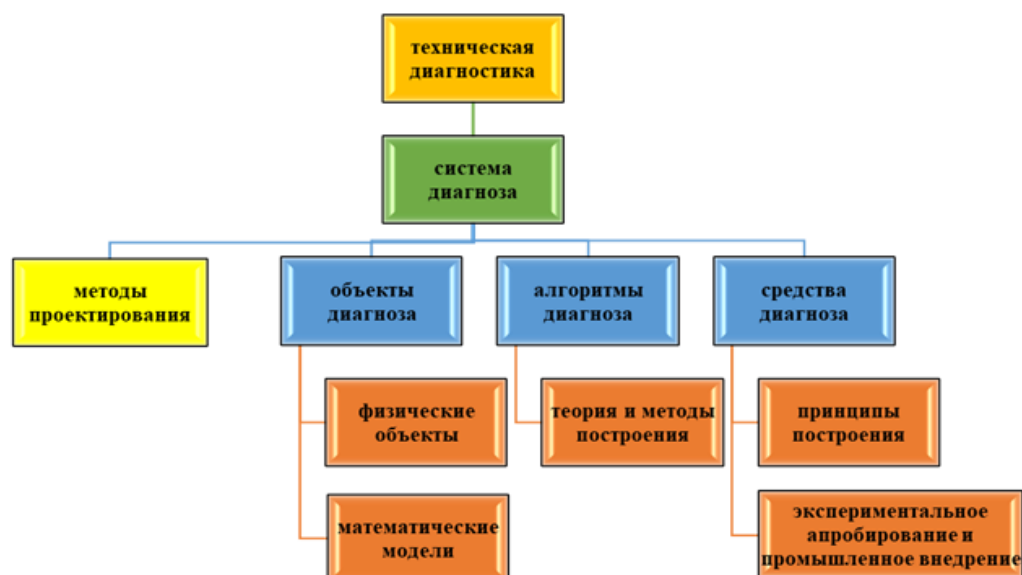


Рис. 1. Дерево классификации основных задач технической диагностики

Приспособленность диагностирования к ТО и ремонту выражается технологическим назначением, глубиной определения технического состояния и степенью специализации, т. е. степенью территориальной обособленности диагностических работ. Например, может быть первичное диагностирование, которое выдает только сортировочную информацию типа «годен»-«негоден», необходимую в основном для организации потоков ТО и ремонта, и технологическое диагностирование, поставляющее сведения о конкретных неисправностях объекта, что необходимо для его обслуживания. Первое, может быть, не связано с ТО и ремонтом (т. е. специализировано), второе, наоборот, является частью обслуживания и территориально встроено в него.

Для определения, в каком состоянии находятся лесозаготовительная машина и ее составные части, необходимо знать параметры ее технического состояния (структурные параметры), заданные нормативно-технической документацией изготовителя.

На сегодняшний день необходимым условием успешного обслуживания по техническому состоянию лесозаготовительных машин, является мониторинг изменений их технического состояния в процессе эксплуатации.

Большой вклад в разработку теории мониторинга внесли российские ученые В.Д. Федоров, Ю.А. Израэль, К.С. Бурдин.

Технические средства мониторинга, представляемые комплексом датчиков, блоками преобразования и каналами связи, обладают интеллектуальным уровнем, достаточным для преобразования (нормализации) сигналов датчиков, хранения и передачи результатов регистрации, обмена служебными сигналами с сервером сети мониторинга. Следовательно, система мониторинга машин сама по себе не может

существовать – она является неотъемлемой частью системы диагностики и ее следует называть диагностическим мониторингом.

Основные требования к системам диагностического мониторинга состояния машин и оборудования изложены в федеральном стандарте ГОСТ Р 53564-2009. Согласно данного документа «система мониторинга (состояния оборудования) – совокупность процедур, процессов и ресурсов, реализованных с использованием диагностической сети, позволяющая по результатам измерений заданных параметров в заданных точках и наблюдений за работой оборудования получить информацию о текущем техническом состоянии оборудования, опасностях и рисках, связанных с его применением, требуемых действиях обслуживающего персонала и другие сведения, необходимые для реализации установленных предупреждающих мер».

Построение систем диагностического мониторинга должно быть выполнено с учетом общих принципов, описанных в ГОСТ Р 53564-2009, схематическое отражение которых представлено на рис. 2.

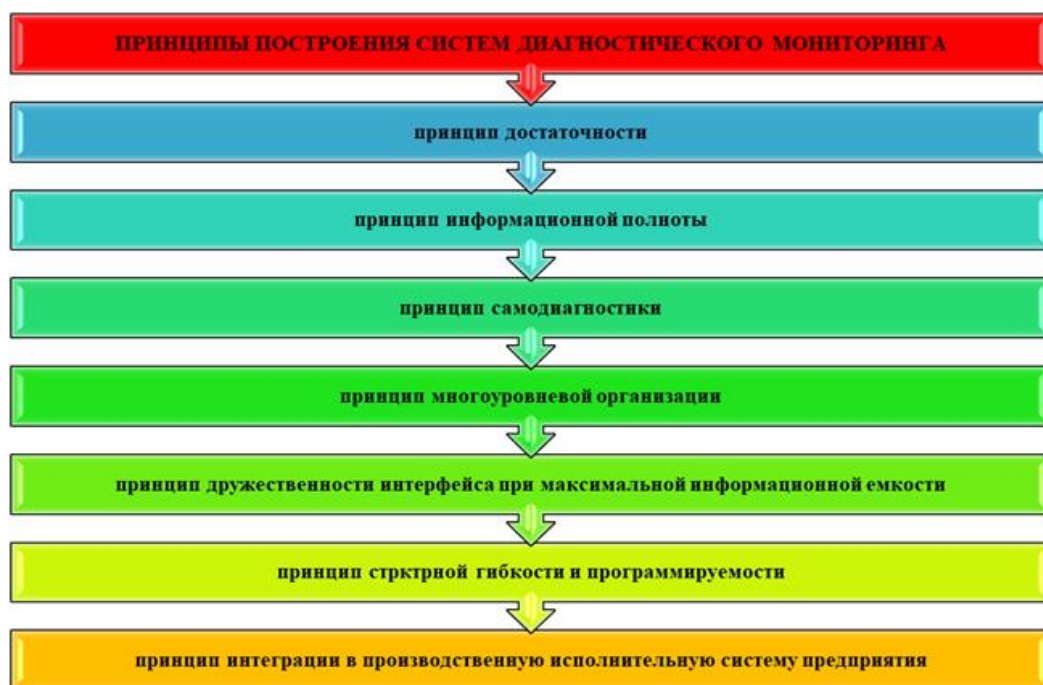


Рис. 2. Основные принципы построения систем диагностического мониторинга

Реализация поставленных задач возможна при использовании следующих основных компонентов систем передачи информации:

- спутниковой навигации GPS/ГЛОНАСС – для точного определения местоположения объектов путем анализа сигналов, передаваемых с навигационных спутников;
- сетей сотовой связи GSM – для оперативного обмена информацией с установленным на объектах бортовым оборудованием. Для передачи данных используются протоколы GPRS и SMS (в качестве резервного протокола при недоступности GPRS). Для снижения стоимости трафика в международном роуминге возможно использование двух SIM-карт в одном устройстве.

– интернет-технологии – для обмена данными между компонентами системы и для оперативного предоставления информации пользователям.

Сбор информации через телеметрические информационные системы и обработка данных о техническом состоянии машин, наличии ошибок (нарушении правил эксплуатации), регистрация внезапных отказов машин, обеспечивают своевременное реагирование и взаимодействие сервисных, ремонтных служб и собственников лесозаготовительных машин и оборудования.

Таким образом, техническое состояние лесозаготовительных машин во многом зависит от системного подхода к практическому использованию систем диагностического мониторинга и управления, мобильных и стационарных технических средств.

Литература

1. Анисимов Г.М., Кочнев А.М. Лесотранспортные машины: учебное пособие. СПб: изд-во Лань, 2009. – 448 с.
2. Голубев, И. Г. Мониторинг технического состояния машин и оборудования в ЛПК и базы для их сервиса: науч. докл. / И. Г. Голубев, М. Я. Рассказов, В. М. Горин. – М.: Росвинформротех, 2000. – 41 с.
3. Игнатов, В. И. Научные основы формирования стратегии технического обслуживания и ремонта лесных машин / В. И. Игнатов. – М.: МГУЛ, 2000. – 336 с.
4. Пернебеков, С. С. Основные причины изменения технического состояния машин / С. С. Пернебеков, З. А. Балабеков, Т. К. Саматаев, Н. Р. Тезекбаева. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2015. – № 22 (102). – С. 166-168. – URL: <https://moluch.ru/archive/102/23142/> (дата обращения: 02.05.2025).
5. Технологические методы обеспечения надежности деталей машин / И.М. Жарский [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2005.

Analysis of the monitoring theory of technical condition change of forestry machines

S.A. Ivanov, I.A. Garus^a

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^aivan-garus@yandex.ru

Keywords: telemetric information systems, monitoring devices, sensors.

This article considers the analysis of technical diagnostics, which evaluate and predict the technical condition of the logging machine, the remaining resource of its units and units, search and localization of faults and failures. Based on research, it is clear that an important place in the system of maintenance and repair experts is allocated to diagnostics, development of new methods of maintenance and special devices. It is noted that today a necessary condition of successful maintenance on the technical condition of logging machines is monitoring changes in their technical condition during operation. It is concluded that, the technical condition of logging machines largely depends on the systematic approach to the practical use of diagnostic monitoring and control systems, mobile and stationary technical means.

Рекомендации определения топливной экономичности бензиномоторных пил

С.А. Иванов, И.А. Гарус^а

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аivan-qarus@yandex.ru

Ключевые слова: бензиномоторные пилы, механическая трансмиссия, мощность двигателя.

В данной статье проанализированы некоторые вопросы касающиеся методов получения модифицированной древесины и исследования её характеристик. Рассмотрены вопросы проектных решений, при которых двигатель устанавливается непосредственно на рабочий орган без использования передаточного механизма. Замечено, что при изменении характеристик рабочего органа в сторону повышения его быстродействия могут возникнуть условия, способствующие снижению его конвертирующей способности. Отмечены возможные оценки энергетической эффективности рассматриваемых конструктивных решений, при которых требуется проведение сопоставительных экспериментальных исследований.

Бензиномоторные пилы представляют собой категорию ручных механизированных инструментов, в которых основное рабочее движение генерируется двигателем, в то время как вспомогательные действия и управление осуществляются оператором вручную.

Эти пилы можно классифицировать на основе мощности двигателя и веса на несколько категорий: легкие, относительно легкие, средние и тяжелые.

Легкие и относительно легкие модели (сухой вес от 6,5 до 8 кг, мощность двигателя до 1,5 кВт) обычно применяются для валки мелких деревьев, проведения рубок ухода, раскряжевки хлыстов и выполнения различных хозяйственных работ. Пилы среднего класса (вес от 9 до 11 кг, мощность до 4 кВт) служат основными механизмами для механизированной валки деревьев. Тяжелые пилы, предназначенные для работы с крупномерными древостоями и пилением твердых пород, имеют массу от 12 кг и выше, а мощность их двигателей превышает 15 кВт. На практике применение этих пил имеет определенные ограничения.

К конструктивным требованиям для бензиномоторных пил можно отнести несколько ключевых аспектов: минимизация веса; достаточная мощность двигателя для обеспечения требуемой производительности; удобство в эксплуатации и при транспортировке; простота в обслуживании и ремонте; легкость запуска двигателя; надежность и долговечность инструмента; низкие эксплуатационные расходы; а также небольшой уровень шума и вибрации на рукоятках пилы, который не должен превышать установленные санитарные нормы.

В настоящее время существуют рекомендации по выбору основных характеристик бензиномоторных пил, основываясь на условиях их эксплуатации. Например, в источнике [1] представлены советы по выбору длины пильной шины и мощности двигателя, в зависимости от расположения лесозаготовительного предприятия, что можно увидеть в таблицах 1 и 2.

Тем не менее, как показал проведенный обзор и анализ существующих исследований по улучшению конструкции бензиномоторных пил, отсутствует научно обоснованная методика для определения оптимальной мощности пилы, хотя эта характеристика является одной из ключевых при выборе пил для конкретных природно-производственных условий.

В современном проектировании машин и механизмов применяется методика расчета коэффициента полезного действия (КПД) механической трансмиссии [2], основанная на перемножении КПД всех элементов кинематической цепи. Однако КПД трансмиссии, рассчитанный как произведение постоянных коэффициентов, не учитывает влияние нагрузочных, скоростных и температурных режимов, а также состояния смазки и других условий эксплуатации, что может приводить к значительным расхождениям между расчетными и фактическими значениями КПД [3].

Тенденции в развитии конструкции бензиномоторных пил, заключающиеся в установке все более высокооборотистых двигателей с пониженным крутящим моментом на валу, еще больше снижают точность вычислений КПД. Использование быстроходных двигателей часто оправдано с точки зрения уменьшения общей металлоемкости и, соответственно, массы, что имеет критическое значение для ручного моторного инструмента. Масса высокоскоростного двигателя значительно уменьшается, в то время как увеличение массы трансмиссии из-за удлинения кинематической цепи (необходимого для обеспечения соответствующего уровня крутящего момента) оказывается менее значительным.

Таблица 1

Рабочая длины пильной шины для различных лесозаготовительных районов РФ при выполнении работ на валке леса

Районы	Рабочая длина шины, см	Районы	Рабочая длина шины, см
Север	44,5	Западная Сибирь	50,5
Северо-Запад	50,5	Красноярский край	62,5
Северо-Восток	53,5	Иркутская обл.	63,5
Урал	56,5	Дальний Восток	68,5

Таблица 2

Рекомендуемая мощность двигателя бензиномоторных пил для заготовки леса в различных районах РФ

Лесозаготовительные районы	Преобладающая порода	Средний объем хлыста, м ³	Рекомендуемая мощность, кВт
Север	Ель	0,23	2,2÷2,6
Северо-Запад	Ель	0,24	2,2÷2,6
Северо-Восток	Ель	0,37	3,0
Урал	Ель	0,40	3,0
Западная Сибирь	Сосна	0,36	3,0
Восточная Сибирь	Лиственница	0,68	3,5÷4,5
Дальний Восток	Сосна, Кедр	0,80	3,5÷4,5

Последнее условие выполняется в тех ситуациях, когда рабочие органы сохраняют стабильность в отношении увеличения скоростного режима, но при этом требуют значительных усилий при взаимодействии с окружающей средой. Стоит отметить, что современные тенденции в развитии основного режущего инструмента бензиномоторных пил – пильных цепей – направлены на снижение необходимого крутящего момента. Это достигается за счет применения мелкозвенных цепей с низкой подачей на зуб. Данное конструктивное решение в значительной степени оправ-

дывает использование высокоскоростных двигателей, поскольку при наличии быстрого режущего инструмента нет необходимости в значительном удлинении кинематической цепи.

В идеале следует стремиться к такому проектному решению, при котором двигатель устанавливается непосредственно на рабочий орган без использования передаточного механизма. Однако необходимо учитывать, что при изменении характеристик рабочего органа в сторону повышения его быстродействия могут возникнуть условия, способствующие снижению его конвертирующей способности. Поэтому для оценки энергетической эффективности рассматриваемых конструктивных решений требуется проведение сопоставительных экспериментальных исследований.

Согласно методике [3] для определения оптимальности мощностных параметров и топливной экономичности бензиномоторных пил может быть предложена следующая последовательность:

1. За основу принимаем зависимости $\Pi_{\text{чп}} = f(H)$, и $G_{\text{уд}} = f(H)$ при $\omega = \text{const}$, где $\Pi_{\text{чп}}$ – производительность чистого пиления (основная технологическая характеристика любого режущего инструмента) ($\text{м}^2/\text{с}$) ($\Pi_{\text{чп}} = HU$, где U – скорость подачи (надвигаения) пилы, $\text{м}/\text{с}$); $G_{\text{уд}}$ – удельный расход топлива (весовое количество израсходованного топлива на единицу времени при заданных скоростных и нагрузочных режимах, $\text{г}/\text{с}$); H – высота пропила, м , определяет нагрузочный режим пиления; ω – частота вращения коленчатого вала двигателя; $\text{рад}/\text{с}$.

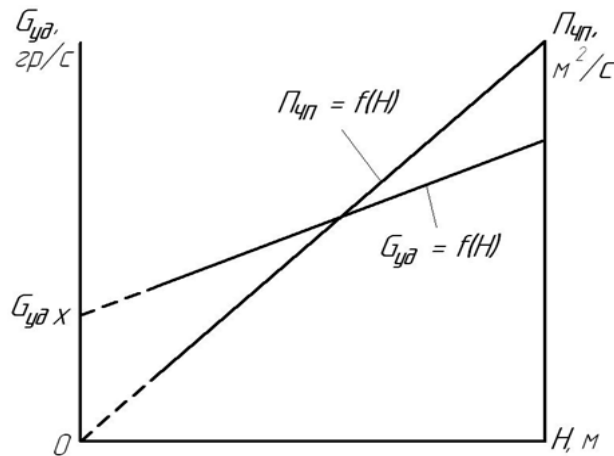


Рис. 1. Графики $\Pi_{\text{чп}} = f(H)$ и $G_{\text{уд}} = f(H)$, при постоянной частоте вращения вала двигателя ($\omega = \text{const}$)

2. Производительность чистого пиления – площадь пропила за фиксированное время T , $\text{м}^2/\text{с}$:

$$\Pi_{\text{чп}} = \frac{S}{T}, \quad (1)$$

Удельный расход топлива – равносителен понятию мощности, т.е. количеству энергии, затраченной за единицу времени:

$$G_{\text{уд}} = \frac{G}{T}, \quad (2)$$

где G – расход топлива за время работы T , г .

Энергоемкость процесса пиления, гп/м^2 :

$$W_{\text{уд}} = \frac{G_{\text{уд}}}{\Pi_{\text{чп}}} = \frac{G/T}{S/T} = \frac{G}{S}, \quad (3)$$

Исследования позволяют сделать допущение, что экспериментальные точки могут быть аппроксимированы линейными зависимостями в функции от нагрузочного режима пильной цепи, определяемого шириной пропила H :

$$\Pi_{\text{чп}} = K_1 \cdot H, \quad G_{\text{уд}} = K_2 \cdot H + G_{\text{удХ}}, \quad (4)$$

где: K_1, K_2 – константы аппроксимирующих функций; $G_{\text{удХ}}$ – удельный расход топлива на холостой ход пилы при заданной частоте вращения ω . Причем, согласно определению $\Pi_{\text{чп}}$, $K_1 = U$ (м/с); $G_{\text{удХ}}$ – аналог мощности холостого хода пилы; $G_{\text{удПОЛ}} = K_2 \cdot H$ – аналог полезной мощности на приводе пилы.

На основании указанных зависимостей представляем функциональную зависимость $W_{\text{уд}} = f(H)$, гп/м^2 :

$$W_{\text{уд}} = \frac{K_2 H}{K_1 H} + \frac{G_{\text{удХ}}}{K_1 H} = K + K_3 / H, \quad (5)$$

где $K = K_2/K_1$, или $K = K_2/U$

Очевидно, что $\lim_{H \rightarrow \infty} W_{\text{уд}} = K$, при $H \rightarrow \infty$.

Используем понятие коэффициента C качества рабочих органов, который определяет способность рабочих органов конвертировать полезную энергию (мощность) в продукцию:

$$\Pi_{\text{чп}} = C \cdot G_{\text{удПОЛ}} \cdot \Pi_{\text{чп}} = C \cdot G_{\text{удПОЛ}} \quad (6)$$

Тогда $C = \frac{\Pi_{\text{чп}}}{G_{\text{удПОЛ}}}$, а, следовательно, $K = \frac{1}{C}$, т.е. величина обратная коэффициенту качества рабочих органов.

Функциональная зависимость $W_{\text{уд}} = f(H)$, является гиперболой, которая при увеличении аргумента асимптотически приближается к величине K (рис. 2).

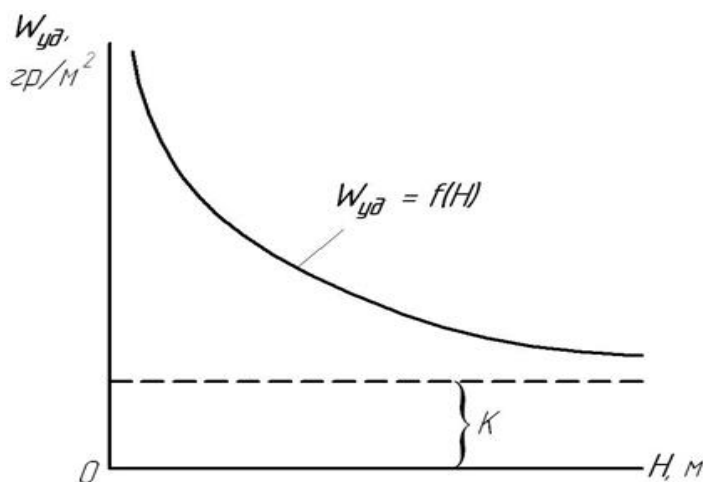


Рис. 2. Функциональная зависимость $W_{\text{уд}} = f(H)$

3. С целью повышения точности определения функциональной зависимости $G_{y\partial} = f(H)$ требуется определить расход топлива на холостой ход пилы в зависимости от частоты вращения двигателя $G_{y\partial X} = f(\omega)$ (рис. 3).

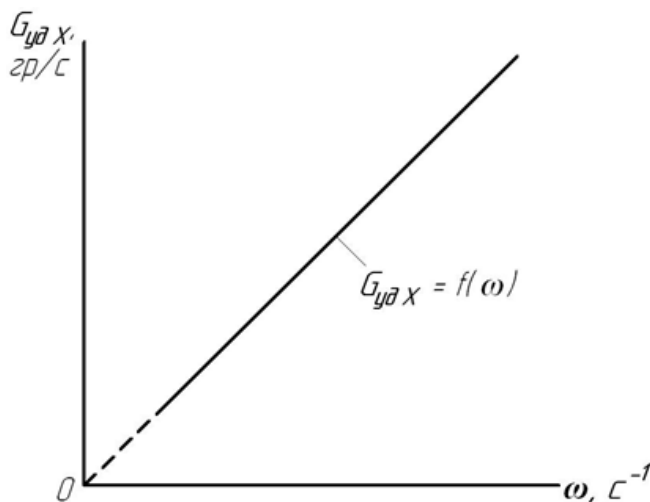


Рис. 3. Расход топлива на холостой ход пилы в зависимости от частоты вращения двигателя $G_{y\partial X} = f(\omega)$

4. В целях определения расхода топлива за период T и получения результатов, необходимо проводить продольное пиление сосновых брусков (досок) не менее 4-х типов по толщине H , одной влажности и температуры.

5. Частота вращения двигателя фиксируется путем установки датчика в системе зажигания двигателя – счетчик оборотов N за время T испытания. Единицы измерений частоты вращения (ω - рад/с, n – об/с):

$$\omega = 2\pi \frac{N}{T}, \quad \text{или} \quad n = \frac{N}{T}, \quad (7)$$

6. Следует использовать регулируемый ограничитель положения дроссельной заслонки. При нажатии клавиши до упора ограничителя и одновременном начале процесса пиления автоматически включается счетчик оборотов, секундомер и начинается фиксация расхода топлива.

7. В каждой серии опытов подача (движение пильного аппарата относительно образца) остается неизменной $\Delta U = \text{const}$, мм/с (см/с). Откуда $S = H \cdot \Delta U \cdot T$.

8. Результат может быть представлен на основе модернизированной стандартной функции $W_{y\partial} = f(M)$, где M текущее значение, крутящего момент, а M_x момент холостого хода на приводном валу двигателя M_x :

$$W_{y\partial} = \frac{1}{C} \left(1 + \frac{M_x}{M - M_x} \right), \quad \text{при } \omega = \text{const} \quad (8)$$

Изменения указанной функции заключается в следующем. Поскольку крутящий момент может быть определен как величина работы, совершенной на единицу круговой частоты вращательного движения, ($\text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}$),

$$M = N / \omega, \quad (9)$$

то вполне приемлемо для сравнительного энергетического анализа представить M и M_x в виде адекватных соотношений:

$$M \equiv G_{y\partial} / \omega \text{ и } M_x \equiv G_{y\partial X} / \omega. \quad (10)$$

На основании предложенного допущения принимаем в качестве рабочей формулы зависимость:

$$W_{y\partial} = K(1 + \frac{G_{y\partial X} / \omega}{G_{y\partial} / \omega - G_{y\partial X} / \omega}) = K(1 + \frac{G_{y\partial X}}{G_{y\partial} - G_{y\partial X}}), \text{ при } \omega = \text{const} \quad (11)$$

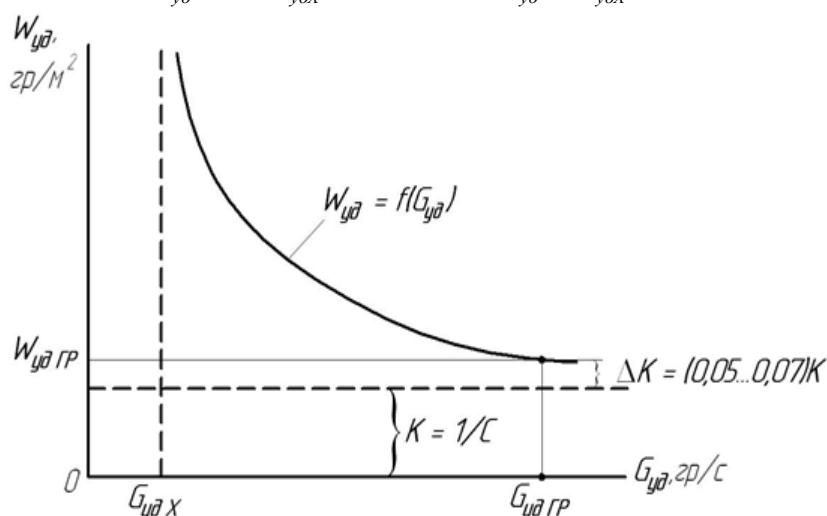


Рис. 4. Модернизированная стандартная функция $W_{y\partial} = f(M)$

Допустимую погрешность в инженерных расчетах принимают в пределах $5 \div 7\%$, следовательно, необходимо установить граничную величину $G_{y\partial GP}$, определяющую нагрузочный режим работы двигателя (при заданной частоте его вращения), при которой удельного расхода топлива $W_{y\partial GP}$ на единицу площади пиления подходит к минимальному значению, равной K .

9. На основании $G_{y\partial GP}$ с учетом заданной частоты ω вращения определяются параметры двигателя. Для этого мы должны воспользоваться внешними характеристиками существующих бензиновых двигателей или задать требования к приводному двигателю на основании существующих прототипов. Очевидно, что максимальный секундный расход приводного двигателя не должен быть меньше граничного значения $G_{cMAX} \geq G_{y\partial GP}$, при котором обеспечивается нагрузочный режим пиления, соответствующий $W_{y\partial GP}$. Это является главным условием оптимальности двигателя внутреннего сгорания для данного конструктивного вида бензиномоторной пилы.

Определив G_{cMAX} , обосновываем мощность и режимные параметры двигателя на основе функциональной зависимости $N_e = f(G_c)$, т.к. эффективная мощность при работе ДВС по внешней скоростной характеристике определяется из известного соотношения, Вт:

$$N_e = G_c H_T \eta_D = M_e \omega, \quad (12)$$

где H_T - теплотворная способность топлива, Дж/гр; η_D - КПД ДВС; M_e - эффективный момент двигателя, Н·м. Соответственно получаем желаемую внешнюю механическая характеристика двигателя:

$$M_e = \frac{G_c H_T \eta_D}{\omega}, \quad (13)$$

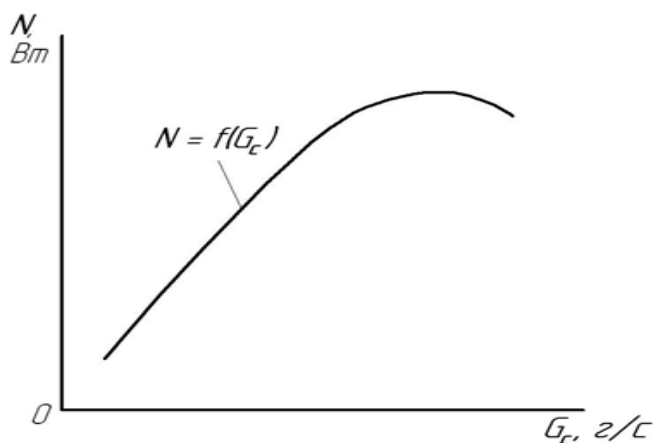


Рис. 5. Зависимость эффективной мощности от секундного расхода топлива

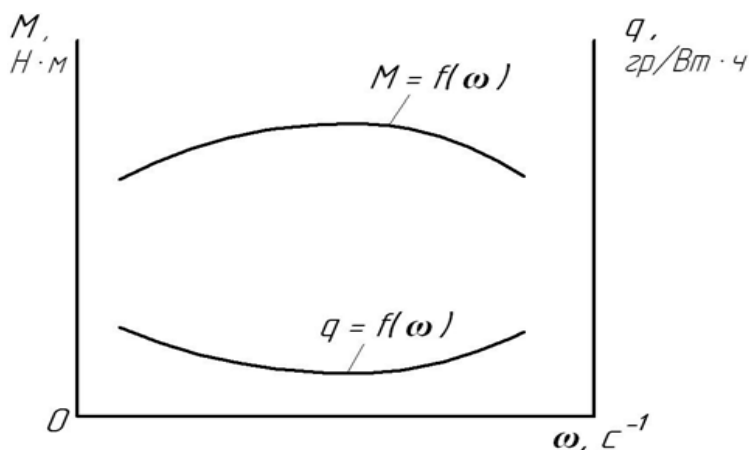


Рис. 6. Зависимость эффективного момента и удельного эффективного расхода топлива от частоты вращения двигателя

Литература

1. Артоболевский И.И. Теория машин и механизмов. М.: Наука, 1965.
2. Александров И.К. Расчет коэффициента полезного действия механической трансмиссии с учетом нагрузочных режимов. Вологда, 1992 г. 48 с.
3. Бит Ю.А., Григорьев И.В., Кацадзе В.А. Бензиномоторные и электромоторные цепные пилы. Устройство. Эксплуатация. Приспособления. СПб.: «Профи-Информ». 2005 г. 120 с.

Fuel Economy Determination Recommendations chainsaws

S.A. Ivanov, I.A. Garus^a

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^aivan-qarus@yandex.ru

Keywords: petrol saws, manual transmission, engine power.

This article analyzes some issues concerning the methods of obtaining modified wood and the study of its characteristics. The issues of design solutions in which the motor

is mounted directly on the working body without the use of a transmission mechanism are considered. It has been observed that when changing the characteristics of the working body towards increasing its promptness, conditions conducive to a decrease in its converting capacity may arise. Possible energy performance assessments of the considered structural solutions are noted, at which comparative experimental studies are required to be carried out.

УДК 658.589

Экспериментальные исследования влияния показателей пиления на энергетическую эффективность бензиномоторных пил

Д.А. Кузьмин, М.В. Степанищева^а

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия
^аmarina01031977@inbox.ru

Ключевые слова: лесозаготовки, энергоэффективность, технологическое оборудование, физико-механические свойства древесины.

В статье проводится анализ исследования древесины, разрабатываются математические модели, описывающие различные напряженные состояния древесины под воздействием как концентрированных, так и распределенных нагрузок, включая резание. Исследуются факторы, связанные с пильным механизмом, такие как натяжение цепи и уровень смазки, которые должны быть установлены во время наладки и регулировки оборудования. В этой связи были экспериментально определены средние значения полной мощности, производительности чистого пиления, подачи на зуб, усилия резания и удельной работы пиления при различных значениях усилия подачи и высоты пропила для пиления цепями ГЩУ-10,26 и ПЩУ-15 со скоростью резания соответственно 7,0 и 6,9 м/с. На основе полученных показателей работы пильных цепей были рассчитаны коэффициенты линейных уравнений зависимости полной мощности и производительности чистого пиления от усилия подачи.

Рост энергоемкости производственных процессов, включая лесозаготовку, а также увеличение числа техники, задействованной в этих процессах, наряду с постоянным повышением цен на энергоносители, становятся серьезными факторами, подчеркивающими важность вопросов, связанных с экономией энергии и повышением энергетической эффективности. На сегодняшний день не существует универсальных методов для экономии энергии, однако разработка новых методик, технологий и устройств, способствующих достижению качественно нового уровня энергосбережения, является приоритетной задачей научно-технического прогресса, особенно в лесозаготовительной отрасли [1].

В ручном лесозаготовительном моторном инструменте и в режущих устройствах лесозаготовительных машин пильные цепи занимают ведущие позиции в качестве режущих элементов. Ведущие производители моторных инструментов, лесозаготовительных машин и пильных цепей постоянно работают над улучшением цепных пильных аппаратов. Основные направления этих улучшений включают повышение надежности, увеличение производительности чистого пиления и снижение

энергоёмкости процесса пиления. Большое разнообразие однотипных пильных цепей, в сочетании с различными рекомендациями по их эксплуатации и параметрами приводов, подчеркивает необходимость изучения влияния показателей пиления на энергетическую эффективность процесса поперечной распиловки древесины.

В теоретических исследованиях физико-механических свойств древесины ее рассматривают как органический материал с ортотропной анизотропией. Для анализа и исследования древесины разрабатываются математические модели, описывающие различные напряженные состояния древесины под воздействием как концентрированных, так и распределенных нагрузок, включая резание.

Тем не менее, практическое применение математических моделей часто ограничено из-за множества факторов, влияющих на их точность. Кривизна годовых слоев и их толщина варьируются. Распределение слоев по длине ствола, свилеватость волокон, наличие сучков, влажность древесины по длине и поперечному сечению, а также наличие и распределение смолистых веществ в хвойных породах – все эти факторы постоянно меняются, что затрудняет создание моделей, пригодных для практического применения.

В таких условиях крайне важно найти и оптимизировать пути получения адекватных эмпирических данных о влиянии показателей пиления на энергетическую эффективность процесса поперечной распиловки древесины с использованием пильных цепей.

Для этой цели был разработан «Стенд для сравнительных испытаний пильных цепей» [5], который позволяет измерять и регистрировать основные характеристики процесса пиления древесины. Основными компонентами стенда являются пильный узел (поз. 1), транспортер для подачи образцов (поз. 2) и измерительно-регистрирующая аппаратура (поз. 3).

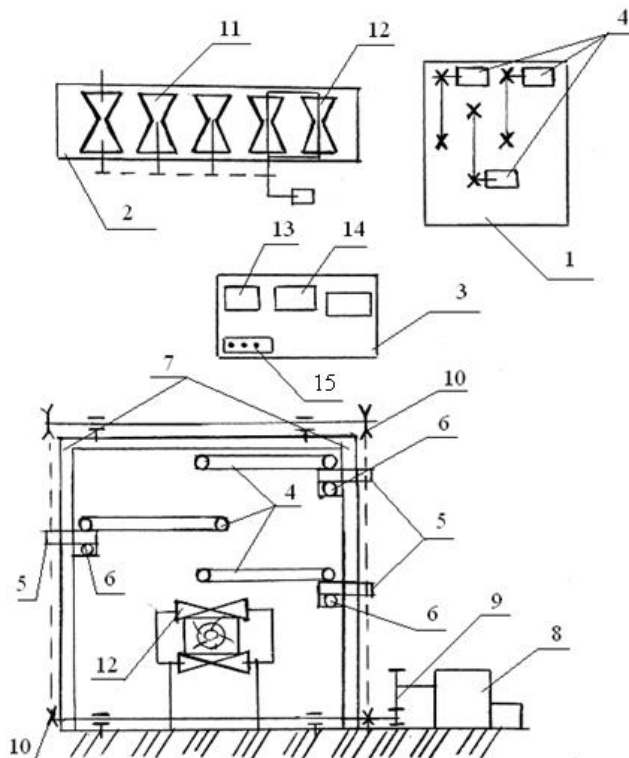


Рис. 1. Общий вид стенда

Пильный узел (см. рис. 1) состоит из трех параллельно расположенных пильных блоков (поз. 4), которые выполнены на основе электропил. Эти пильные блоки крепятся к платформам (поз. 5) с помощью тензозвеньев (поз. 6), которые позволяют измерять усилия резания и подачи. Перемещение пильных узлов по направляющим стойкам (поз. 7) осуществляется с помощью механизма, который включает вариатор с встроенным двигателем (поз. 8), червячный редуктор (поз. 9) и систему передач (поз. 10). Это позволяет регулировать скорость подачи в диапазоне от 0,04 м/с до 0,5 м/с.

Механизм подачи образцов под пильные блоки представляет собой роликовый транспортер, состоящий из двух секций: приводной (поз. 11) и не приводной (поз. 12). Для обеспечения устойчивости образцов во время пиления над приводной секцией рольганга установлена прижимная рамка (поз. 12), что исключает смещение образца в процессе работы.

Измерительно-регистрирующая аппаратура включает самопишущий ваттметр (поз. 13) и усилитель 8АНЧ (поз. 14) с блоком питания. Для тарировки величины резания и усилия отжима используется динамометр. Управление работой механизмов стенда осуществляется с пульта управления (поз. 14). Силовая аппаратура и аппаратура управления размещены в шкафу. Силовой блок пильного узла состоит из преобразователя частоты тока и комплекта пусковых устройств для пяти электропил.

На экспериментальном стенде проводятся измерения усилий резания и подачи, а также мощности резания. Блок-схема для измерения усилий резания и подачи (см. рис. 2) включает тензопреобразователи, подключенные по мостовой схеме.

Тензопреобразователи первого моста наклеены на тензокольцо, воспринимающее усилия резания, а тензопреобразователи второго моста – на тензокольцо, измеряющее усилия подачи. Электрические сигналы от тензопреобразующих мостов поступают на усилитель 8АНЧ (поз. 3), а усиленные сигналы передаются на вибраторы осциллографа Н117 (поз. 5). Запись усилий резания и подачи производится на фотобумаге, а электропитание усилителя и осциллографа осуществляется от соответствующих блоков питания (поз. 4 и 6).

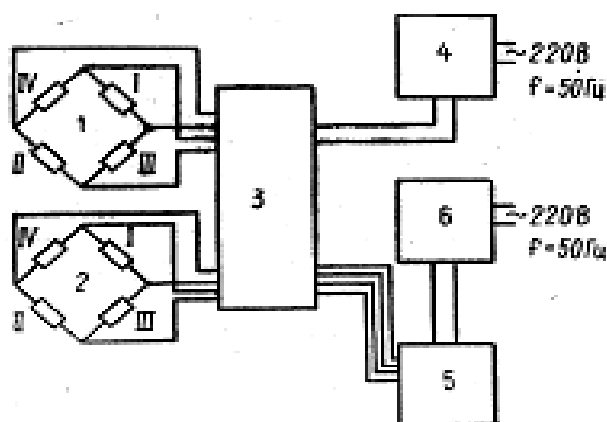


Рис. 2. Блок-схема измерения усилий резания и подачи

Мощность резания измеряется с помощью самопишущих ваттметров, которые подключены к силовой цепи двигателей электропил (см. рис. 3).

Конструкция стенда позволяет проводить сравнительные испытания одновременно трех пильных цепей, обеспечивая для каждой из них практически равные

условия работы благодаря небольшому (5 см) расстоянию между пильными аппаратами в плане.

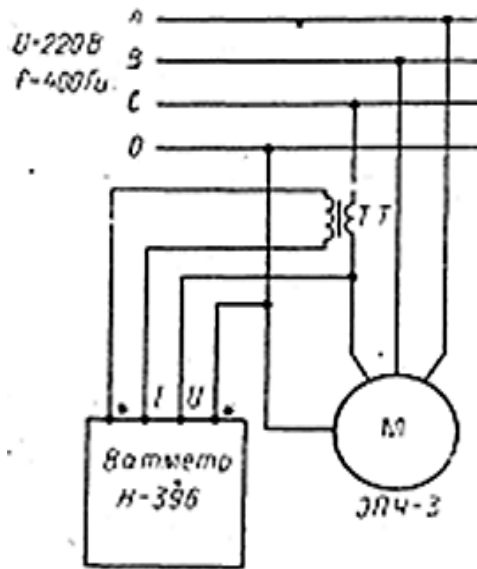


Рис. 3. Схема измерения мощности резания

Данная конструкция стенда также позволяет изменять скорость подачи в широком диапазоне, что, в свою очередь, влияет на нагрузку на пильные цепи. Измерительная аппаратура стенда обеспечивает высокую точность измерений и регистрацию параметров процесса пиления, таких как усилия резания и подачи, а также мощность резания [4].

Для получения достоверных данных сравнительные испытания необходимо проводить в идентичных технологических условиях. Это особенно важно, когда сравниваемые параметры и характеристики цепей близки или имеют незначительные отличия. При работе с ручным моторным инструментом на валке или раскряжевке хлыстов сложно добиться объективных результатов при сравнении пильных цепей, поскольку оценка затрачиваемой мощности может быть слишком приближенной. Различия в приемах манипулирования инструментом, усилиях и скоростях движения могут существенно повлиять на результаты.

Пиление однородной древесины представляет собой сложную задачу, и невозможно создать строго определенные режимы в процессе сравнительных испытаний.

Для успешного проведения сравнительных испытаний пильных цепей крайне важно установить равные условия для всех факторов, влияющих на процесс, включая характеристики древесины, технологию пиления и параметры самого пильного механизма. Технологические аспекты, такие как скорость подачи пилы к древесному образцу и скорость резания, могут быть стандартизированы для различных цепей благодаря конструктивным возможностям испытательного стенда.

Что касается факторов, связанных с пильным механизмом, таких как натяжение цепи и уровень смазки, то они должны быть установлены во время наладки и регулировки оборудования. Эти параметры регламентируются техническими характеристиками и условиями эксплуатации, специфичными для каждой марки цепей, и должны оставаться неизменными в процессе испытаний.

Обеспечение постоянства свойств древесины представляет собой значительную трудность, поэтому рекомендуется проводить пиление с использованием различных цепей на одном и том же образце. Это позволяет гарантировать, что физико-механические характеристики древесины в зоне резания будут максимально схожи. Для достижения этой цели пильные шины с разными цепями располагаются на расстоянии 30÷50 мм друг от друга. Такой подход исключает взаимное влияние формируемых пропилов и предотвращает самопроизвольное раскалывание отпиливаемых торцевых пластин. Кроме того, это позволяет значительно увеличить наработку на цепь, одновременно экономя древесину.

Значение мощности пиления N_p можно определить, измеряя активную мощность привода N_o , т.е. электродвигателя пилы типа ЭПЧ-3 и η_d – К.П.Д. привода.

Если подобрать скорость пилы v на образец древесины, так чтобы нагрузка электродвигателя была номинальной, то можно считать η_d близким к постоянному. Тогда достаточно измерение трех основных величин – мощности электродвигателя N_o усилия резания P_p и усилия отжима P_o . Тарировка измерительных каналов проводилась обычными методами при одинаковом креплении пильных аппаратов. Чтобы получить результат сравнения затрачиваемой мощности на пиление, наименьшие показатели одной из пильных цепей принимаются за единицу, а все остальные выражаются в относительных единицах.

В процессе испытаний на экспериментальном стенде происходит штатная распиловка бревен, а для контрольных замеров распиливаются брусья. За один рабочий ход три пилы, установленные на каретке параллельно друг другу, отпиливают от бревна три сплошных диска. Для обеспечения устойчивого остатка бревна, при совершении последних пропилов, оставляется остаток длиной 0,5 м.

Измеряемыми параметрами в процессе сравнительных испытаний являются: P_p – сила резания, измеряемая на инструменте; P_o – сила отжима пильной шины древесиной, измеряемая на инструменте; N_q – мощность, потребляемая электродвигателем из сети.

Сила отжима P_o измеряется в середине высоты пропила и представляет собой результат совместных отжимов, воспринимаемых всеми зубцами в пропиле.

Значения P_o и P_p фиксируются на осциллограмме, а мощность N_q записывается самопишущимся ваттметром.

После окончания врезания пильной цепи в образец древесины измерялась величина отклонения светового следа на фотобумаге в нескольких местах по глубине пиления. Измерения проводились через равные промежутки времени, составляющие 0,2 с. Вычислялось среднее значение $P_{pср}$ и $P_{оср}$ по каждому замеру. По тарировочному графику производится перевод отклонений светового следа на осциллограмме в истинные значения P_o и P_p . Результаты обработки осциллограмм заносятся в таблицы, по которым строятся графические зависимости.

Обработка диаграмм потребляемой мощности отличается от обработки осциллограмм тем, что для получения сравнительной оценки электропотребления показания самопишущих ваттметров представляются в относительных единицах. Для этого фиксируются показания шкалы в журнале, после чего наименьшие значения принимаются за единицу, а все остальные сравниваются с этим минимальным показателем.

Основным эксплуатационным показателем работы пильных цепей является производительность чистого пиления ($П_{чп}$). Повышение этого показателя можно достичь за счет увеличения скорости резания или подачи на зуб при прочих равных условиях. Более крупнозвенные пильные цепи обладают большим предельным уси-

лием на разрыв, что позволяет увеличивать подачу на зуб по сравнению с цепями, имеющими меньший размер звеньев. Однако цепи с меньшими звеньями лучше адаптированы для работы на высоких скоростях.

В этой связи были экспериментально определены средние значения полной мощности, производительности чистого пиления, подачи на зуб, усилия резания и удельной работы пиления при различных значениях усилия подачи и высоты пропила для пиления цепями ГЩУ-10,26 и ПЩУ-15 со скоростью резания соответственно 7,0 и 6,9 м/с. На основе полученных показателей работы пильных цепей были рассчитаны коэффициенты линейных уравнений зависимости полной мощности и производительности чистого пиления от усилия подачи.

Литература

1. Александров И.К., Григорьев И.В., Жукова Л.И. Оперативный метод оценки энергоэффективности машин и оборудования лесопромышленного комплекса // Материалы третьей международной научно-практической интернет-конференции "Леса России в XXI веке". 2010. С. 229-235.
2. Александров И.К., Григорьев И.В., Иванов В.А., Елизаров Ю.М., Чуднов К.И. Методика определения топливной экономичности бензиномоторных пил // Вестник КрасГАУ. 2010. № 2, С. 112-118.
3. Григорьев И.В., Тихонов И.И., Вернер Н.Н., Ильющенко Д.А. Экспериментальные исследования показателей надежности пильных цепей // «Технология и оборудование лесопромышленного комплекса» Межвузовский сборник научных трудов. Выпуск 2. СПб.: ЛТА 2008 г. С. 18-35.
4. Григорьев И.В., Иванов В.А., Вернер Н.Н., Елизаров Ю.М., Чуднов Ю.А. Влияние качества изготовления пильных цепей на энергетическую эффективность процесса пиления // Вестник КрасГАУ. 2011. № 4, С. 140-145.
5. Тихонов И.И., Григорьев И.В., Вернер Н.Н. Стенд для сравнительных испытаний пильных цепей. Патент на полезную модель № 74337 опубл. 27.06.2008 Бюлл. № 18.

Experimental studies of the influence of sawing rates on the energy efficiency of gasoline engine saws

D.A. Kuzmin, M.V. Stepanishcheva^a

Bratsk State University, ul. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^aemarina01031977@inbox.ru

Keywords: logging, energy efficiency, process equipment, physical and mechanical properties of wood.

The paper analyzes the study of wood, develops mathematical models describing various stress states of wood under both concentrated and distributed loads, including cutting. Factors related to the sawing mechanism are investigated, such as chain tension and lubrication level, which must be established during equipment adjustment and adjustment. In this regard, the average values of full power, clean sawing performance, tooth feed, cutting effort and specific sawing work at different values of feed effort and saw height for sawing chains of GSHU-10,26 and PCU-15, respectively, were determined experimentally. 6.9 m/s. Based on the obtained performance indicators of the sawing chains, the coefficients of the linear equations of the dependence of the full power and clean sawing performance on the feed effort were calculated.

Способы модернизации технологического оборудования

Р.И. Рубан^a, Б.И. Краснеев^b, М.В. Фирулев^c, А.М. Кузнецов^d

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^aromanruban83@gmail.com, ^bmr.krasneev@mail.ru, ^cmaksim.firulev@mail.ru,

^dpredalex@yandex.ru

Ключевые слова: машиностроение, промышленность, технологическое оборудование, модернизация, стенды.

В статье проводится анализ методов и средств совершенствования технологического оборудования для ремонта автомобилей, а также оценивается их влияние на эффективность процессов обслуживания. Исследуются как теоретические аспекты, так и практические примеры внедрения данных инновационных решений. Результаты данного анализа помогут определить направления для дальнейшего развития ремонтного сервиса и повышения его конкурентоспособности на рынке. Таким образом, работа подчеркивает важность интеграции новых технологий в области машиностроения и ремонта, а также необходимость постоянной адаптации к изменяющимся условиям.

В последние десятилетия машиностроительная промышленность претерпевает значительные трансформации, обусловленные как стремительным развитием технологий, так и изменением требований потребителей [5, 3]. Современная техника становится всё более сложной, с точки зрения механических, электронных и программных систем, что выдвигает новые требования к ним [3]. В этой связи важным аспектом эффективной эксплуатации технических средств, является совершенствование и модернизация технологического оборудования, используемого в ремонтных мастерских.

Современные методы и средства, применяемые в ремонте автомобилей, должны отвечать вызовам, связанным с повышенной функциональностью и многофункциональностью техники, а также с необходимостью сокращения времени обслуживания и повышения качества выполняемых работ. Способы улучшения технического оснащения мастерских включают в себя как обновление существующего оборудования, так и внедрение инновационных технологий, таких как автоматизация и роботизация процессов, использование диагностики на основе искусственного интеллекта и применение виртуальной реальности для обучения специалистов [1, 4].

Целью данной статьи является анализ существующих методов и средств совершенствования технологического оборудования для ремонта автомобилей, а также оценка их влияния на эффективность процессов обслуживания. В работе будет уделено внимание как теоретическим аспектам, так и практическим примерам внедрения новейших технологий в сферу обслуживания автомобилей, что позволит сформировать комплексное представление о тенденциях и перспективах развития этой ключевой области.

Процесс модернизации производственных мощностей на предприятии можно представить как последовательное прохождение нескольких этапов, каждый из которых играет важную роль в формировании целостного подхода к улучшению тех-

нической инфраструктуры. Главный этап непосредственным образом связан с анализом имеющейся информации и статистических данных.

Преимущества модернизации оборудования проявляются в нескольких ключевых аспектах. Прежде всего, она способствует повышению эффективности производственных процессов благодаря автоматизации, что позволяет сократить количество ошибок, возникающих при ручном управлении, а также оптимизировать временные циклы. Современные технологии часто оборудованы функциями дальнего мониторинга, предиктивного технического обслуживания и анализа данных в реальном времени, что предоставляет возможность предприятиям осуществлять решения, ориентируясь на фактические данные, оптимизировать рабочие процессы и минимизировать вероятность сбоев.

Главное, что может принести модернизация оборудования ведет к улучшению качества и стабильности продукции, что, в свою очередь, способствует увеличению клиентской удовлетворенности и удержанию потребителей. Кроме того, использование усовершенствованного оборудования позволяет организациям соответствовать строгим экологическим требованиям и нормативам безопасности, что в итоге повышает их репутацию и авторитет на рыночных площадках.

Наконец, модернизация технологий может обернуться значительной экономией в перспективе, так как новые разработки зачастую обладают высокой энергоэффективностью, требуют меньших затрат на обслуживание и характеризуются увеличенным сроком службы.

Наиболее рациональный способ модернизации оборудования основан на анализе недостатков существующих станков. Например, для восстановления геометрии кузова автомобиля используются множество станков (рис. 1) [2].

У всех рассматриваемых станков аналогичный принцип действия, но различный способ и возможность его реализации. Так достоинством станка рис. 1, б – является возможность установки автомобиля на станок без разборки, тогда как остальные станки можно перемещать в кузовном цехе при ремонте, но для этого понадобится отсоединить трансмиссию автомобиля и при помощи специального подъемного механизма установить кузов на станине.

Доступ к днищу кузова автомобиля без снятия элементов трансмиссии достаточно затруднен в некоторых местах, что может сказаться при осуществлении ремонтных операций – что тоже может являться значительным недостатком.

Поэтому вопрос модернизации оборудования для любых видов работ напрямую связан с изучением недостатков существующего оборудования.

Существующее технологическое оборудование для ремонта автомобилей, несмотря на его значительное развитие и внедрение передовых технологий, обладает рядом недостатков, которые негативно сказываются на эффективности и качестве проведения ремонтных работ.

Во-первых, одним из основных ограничений является устаревание оборудования. Многие автоцентры продолжают эксплуатировать старые модели машин и устройств, которые не соответствуют современным стандартам эффективности и точности. Это приводит к увеличению времени ремонта и снижению качества выполняемых работ, так как старое оборудование не всегда может гарантировать необходимую точность и надежность.

Во-вторых, недостаточная автоматизация и интеграция современных технологий также представляют собой критическую проблему. На сегодняшний день многие сервисные центры не могут обеспечить полноценную автоматизацию процессов диагностики и ремонта. Это связано с отсутствием систем, позволяющих обеспечить

современный уровень компьютерной диагностики, который может существенно упростить процесс выявления неисправностей и уменьшить нагрузку на технический персонал.

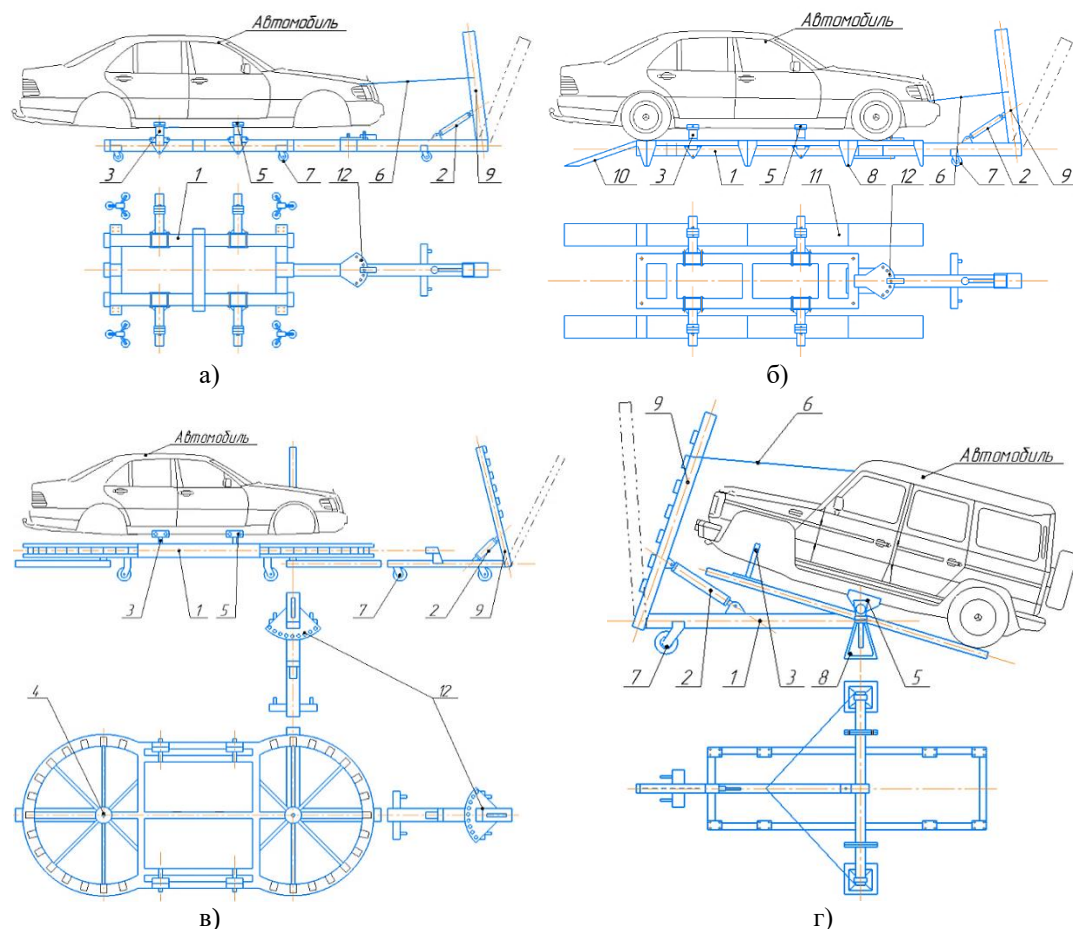


Рис. 1. Существующие стелы для восстановления геометрии кузова легковых автомобилей:
1 – рама; 2 – гидроцилиндр; 3 – стойка; 4 – поворотная платформа; 5 – захват; 6 – трос; 7 – колесо; 8 – подножка; 9 – стрела; 10 – заездная площадка; 11 – опорная платформа; 12 – механизм перестановки стрелы

В-третьих, ограниченные возможности существующих технологических решений по работе с новыми типами материалов и комплектующих становятся значительным препятствием. Современные автомобили всё чаще изготавливаются с использованием композитных и высокопрочных материалов, которые требуют специальных технологий для их обработки и ремонта. Оборудование, не адаптированное под такие материалы, может не только ухудшить качество ремонта, но и привести к дополнительным затратам на восстановление поврежденных деталей.

Кроме того, недостатки в области эргономики и безопасности рабочих мест также имеют место. Неправильная организация рабочей зоны, нехватка специализированного оборудования для безопасного выполнения операций по обслуживанию и ремонту, а также недостаточное внимание к антропометрическим параметрам рабочих мест могут увеличивать вероятность травматизма и утомляемости обслуживающего персонала.

Наконец, высокий уровень изношенности оборудования, особенно в малых авторизованных сервисах, зачастую приводит к частым перебоям в работе, увеличенному времени простоя и, как следствие, несоответствию стандартам обслуживания клиентов. Это также отражается на уровне удовлетворенности потребителей и может негативно сказаться на репутации сервиса.

Таким образом, недостатки существующего технологического оборудования для ремонта автомобилей являются многофакторными и могут существенно влиять на производительность, качество и безопасность работы, требуя значительных инвестиций в модернизацию и оптимизацию процессов.

Для модернизации существующего оборудования необходимо проработать следующие вопросы:

- анализ конструкций существующего технологического оборудования;
- основные достоинства и недостатки существующего технологического оборудования;
- произвести необходимые силовые и мощностные расчеты модернизируемого оборудования;
- рассчитать стоимость проведения модернизации технологического оборудования и внедрения ее в технологический процесс.

Таким образом, результаты данного исследования могут послужить основой для дальнейшего развития технологий в сфере обслуживания автомобилей, повышения конкурентоспособности предприятий и улучшения качества обслуживания клиентов в условиях быстро меняющегося рынка.

Литература

1. Анишин Н.А., Дробышевская Н.И., Дудинов В.А. Справочник для изобретателя и рационализатора. Изд. 3-е исправ. и допол., Москва –Свердловск, Машгиз, 1962 – 792 с., ил.
2. Виноградов, В. М., Ремонт и окраска кузовов различных типов автомобилей: учебник / В. М. Виноградов, О. В. Храмцова. – Москва: КноРус, 2023. – 358 с.
3. Грибков В.М., Карнекин П.А. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и ремонта. – М: Россельхозиздат., 1984 – 223 с., ил.
4. Качество ремонта автомобилей. Маслов Н.Н. М.: Транспорт, 1975. – 368 с.
5. Оборудование для ремонта автомобилей: Справочник / П.С. Григорченко, Ю.Д. Гуревич, А.М. Канн и др.; под ред. М.М. Шахнеса. – М.:Транспорт, 1971. – 424 с.

Ways to modernize technological equipment

R.I. Ruban^a, B.I. Krasneyev^b, M.V. Firulev^c, A.M. Kuznetsov^d

Bratsk State University, st. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^aromanruban83@gmail.com, ^bmr.krasneev@mail.ru, ^cmaksim.firulev@mail.ru,

^dpredalex@yandex.ru

Key words: mechanical engineering, industry, technological equipment, modernization, stands.

The article analyzes methods and means of improving technological equipment for car repair, as well as assesses their impact on the efficiency of maintenance processes. Both theoretical aspects and practical examples of the implementation of these innovative solutions are investigated. The results of this analysis will help determine the directions for further development of the repair service and increase its competitiveness in the market.

Thus, the work highlights the importance of integrating new technologies in the field of mechanical engineering and repair, as well as the need for constant adaptation to changing conditions.

УДК 621.923.025

Причины разрушения режущей кромки инструмента из минералокерамических материалов при его заточке

М.В. Фирулев^a, Р.И. Рубан^b, Б.И. Краснеев^c, А.М. Кузнецов^d

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^amaksim.firulev@mail.ru, ^bromanruban83@gmail.com, ^cmr.krasneev@mail.ru,

^dpredalex@yandex.ru

Ключевые слова: Электроалмазное шлифование, напряжения, режущая минералокерамика, режущая кромка, композиционные материалы.

В данной работе представлена методика расчета напряжений, возникающих на передней поверхности инструмента из минералокерамических материалов при их затачивании алмазными тарельчатыми кругами изношенными или специально заправленными чашечными кругами по передней поверхности. Отмечено, что данная методика позволяет спрогнозировать характер и величину напряжений, которые будут возникать в процессе затачивания инструмента, на их основе рассчитать величину разрушения режущей кромки, и с учетом этих данных, скорректировать режимы затачивания инструмента. Используя данные, ранее проведенных исследований, о силах резания, возникающих в процессе затачивания инструмента из минералокерамических, был произведен расчет по предлагаемой методике. По результатам которого установлено, что наиболее благоприятнее условия для затачивания, и минимальные разрушения режущей кромки инструмента обеспечиваются при использовании комбинированного электроалмазного шлифования.

В условиях современного производства обработка изделий из композиционных материалов, таких как слоистые пластиковые композиты, стеклотекстолит, древесно-стружечные панели и цементно-стружечные плиты, сталкивается с рядом серьезных проблем. Основной трудностью является наличие связующих компонентов, которые в процессе механической обработки функционируют как абразивные вещества, что, в свою очередь, приводит к значительному износу режущих инструментов. Для достижения высокой производительности и обеспечения качества продукции, изготовленной из таких материалов, необходимо использовать инструменты, обладающие высокой износостойкостью. Долговечность таких инструментов может быть значительно увеличена за счет применения материалов с высокой износостойкостью.

Одним из путей решения данной проблемы возможно за счет применения инструментальных материалов из минералокерамических материалов. Однако использование этих материалов сопряжено с определенными сложностями, обусловленными недостаточным пониманием их свойств. Физико-механические характеристики новейших инструментальных материалов нередко не соответствуют специфическим условиям производства. Так, например, материалы с высокой устойчивостью к износу могут проявлять свою хрупкость, особенно при низких углах заточки лезвия. Это может приводить к образованию дефектов, таких как макро- и микротре-

щины или сколы, в процессе шлифовки, что в конечном итоге ускоряет износ инструментов [1, 3, 6].

Анализ производственного опыта показал, что при использовании минералокерамических материалов могут возникать следующие виды напряжений:

- сжимающие напряжения, которые возникают в зоне обработки при локальном подогреве детали перед шлифованием. Это помогает уменьшить образование микротрещин, сколов и кратеров.

- растягивающие напряжения. Они формируются в поверхностном слое детали, если шлифование проводится без предварительного подогрева. Это связано с тем, что у минералокерамических материалов предел прочности на сжатие значительно превышает предел прочности на растяжение.

- остаточные технологические напряжения. Они образуются во время спекания при рекристаллизации зёрен основной фракции материала.

Стабильность профиля режущей поверхности минералокерамического инструмента, определяющая его высокую работоспособность, является несомненным преимуществом по сравнению с традиционными материалами. Высокая твердость и антифрикционные свойства этих составляющих обеспечивают сопротивление к абразивному износу рабочей поверхности инструмента. Корундовая матрица, обладая высоким алмазодержанием, обеспечивает значительный вылет режущих зерен над материалом связки и не позволяет алмазам удаляться под действием сил трения до полного износа. При этом уменьшается площадь контакта матрицы и обрабатываемого материала, сохраняется стабильным профиль инструмента.

Учитывая эти факты и близкие механические свойства структурных составляющих композита, можно предположить, что изношенные алмазы удаляются с режущей поверхности вместе с частью окружающей их матрицы, обнажая новые зерна, реализуя режим самозатачивания. Высокая теплопроводность алюминиевой подложки обеспечивает хороший отвод тепла из зоны трения, препятствует незапланированной графитизации алмазных зерен и снижению их режущих свойств от воздействия высокой температуры, вызванной фрикционным разогревом.

Режимы шлифования оказывают меньшее влияние на морфологию поверхности детали, обрабатываемой минералокерамическим инструментом, по сравнению с характеристиками самого инструмента. Изменение силы нормального давления в зоне контакта абразивного круга и детали практически не отражается на параметрах шероховатости образца.

Испытания показали, что с увеличением линейной скорости скольжения (скорости вращения) абразивного минералокерамического инструмента шероховатость поверхности образца снижается. Основную роль в данном случае играет локальное изменение физико-механических свойств материала образца вследствие фрикционного разогрева поверхностей в зоне контакта. Для существенного уменьшения шероховатости скорость должна достигать очень высоких значений (шероховатость снижается вдвое при скорости скольжения более 100 м/с). Однако из конструктивных соображений эксплуатация алмазосодержащих композиционных материалов при скоростях свыше 30 м/с нецелесообразна, так как приводит к их разрушению. В рекомендованном диапазоне скоростей и при хорошем отводе тепла из зоны трения, обеспечиваемом алюминиевой подложкой инструмента и смазочной жидкостью, шероховатость образца практически не зависит от скорости абразивной обработки.

Заточка инструмента из минералокерамических материалов представляет собой сложный технологический процесс, в котором возникают механические напря-

жения, способные существенно влиять на характеристики конечного продукта. Проблема заключается в том, что недостаточное понимание процессов, происходящих в области режущей кромки, может привести к снижению качества обработки и долговечности инструмента. В данной работе ставится цель проанализировать механические напряжения, возникающие при заточке, и их влияние на эксплуатационные характеристики инструмента.

Выбор шлифовальных кругов. Для заточки минералокерамических пластинок используют круги из зелёного карбида кремния на керамической связке, твёрдостью МЗ–СМ1, зернистостью 60–100. Лучшие результаты достигаются при применении кругов из зелёного карбида кремния на бакелитовой связке, твёрдостью СМ1–СМ2, зернистостью 170–180.

Скорость вращения круга. Минералокерамические пластинки необходимо затачивать с охлаждением (трёхпроцентный раствор соды в воде) и с низкой скоростью шлифовального круга, не превышающей 4 м/сек.

Контроль угла заточки. В связи с хрупкостью режущей кромки рекомендуется точить минералокерамические ножи под углом в пределах 30–40 градусов. Острые углы в 20 и менее градусов для таких ножей противопоказаны.

Использование специальных устройств. Контроль угла необходимо поддерживать с помощью специальных устройств, в первую очередь электронного угломера.

Для заточки минералокерамических материалов также применяют алмазные круги, которые состоят из пластмассового или алюминиевого корпуса и алмазносного слоя, в котором алмазный порошок сцементирован бакелитовой или металлокерамической связкой.

Ранее проведенные нами исследования показывают, что возможно спрогнозировать качество режущей кромки режущего инструмента [4-8].

Для прогнозирования состояния режущей кромки, полученной в процессе затачивания инструмента из минералокерамических по передней поверхности изношенными или специально заправленными чашечными кругами (рис. 1).

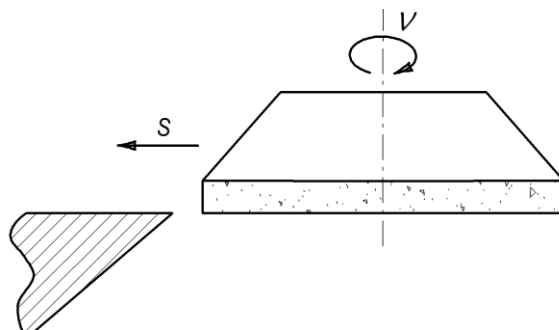


Рис. 1. Схема затачивания инструмента по передней поверхности чашечными кругами

В данной схеме нагрузка равномерно распределена по передней поверхности затачиваемого инструмента. Данная схема описывает процесс затачивания инструмента по передней поверхности чашечными кругами. Задняя поверхность в этом случае не нагружена.

Основные допущения:

1. Режущие элементы фрезерного инструмента имеют сложную трехмерную геометрическую конфигурацию. Однако, как показывают экспериментальные данные, разрушение материала режущих элементов происходит вдоль режущей кромки на расстояниях, не превышающих 0,25...0,3 мм. Это свидетельствует о том, что мак-

симальные внутренние напряжения имеют место вблизи режущей кромки на расстояниях, значительно меньших поперечных и продольных размеров режущего элемента. Это позволяет выбрать в качестве модели формы клина бесконечной ширины и длины с углом при вершине β .

2. Материал режущего элемента считается как однородный сплошной и анизотропный. В процессе обработки он испытывает незначительные деформации. Связь напряжений и деформаций считается линейной (выполняется закон Гука). Разрушение материала считается хрупким, т.е. при превышении предела прочности происходит отслаивание материала. Появляются микро- и макротрещины.

3. В расчётах используются технологические силы, т.к. их просто измерить с высокой точностью. Технологические силы, действующие на режущий элемент со стороны абразивного инструмента, распределены равномерно по передней поверхности вдоль режущей кромки затачиваемого инструмента. Характер распределения нагрузки в направлении, перпендикулярном режущей кромки, зависит от режимов затачивания, вида затачивания и метода затачивания. В работе рассмотрены три основных вида технологического нагружения (сосредоточенная нагрузка на режущей кромке, распределённая нагрузка по передней поверхности и изменяющаяся по линейному закону нагрузка).

В соответствии с приведённой системой допущений рассматривается следующая задача. Расчётная схема представлена на рис. 2.

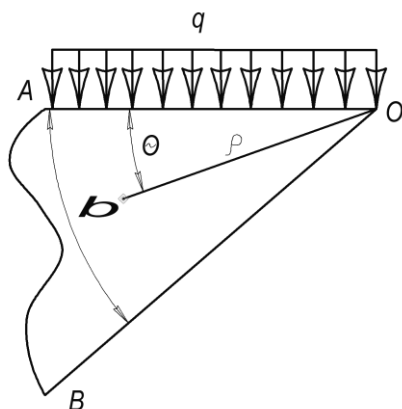


Рис. 2. Схема распределения нагрузки

В этом случае можно предположить, что напряжение не зависит от ρ , а является функцией угла θ . В этом случае функция напряжений должна содержать множитель ρ^2 , т.е. иметь вид:

$$\varphi(\rho, \theta) = \rho^2 f(\theta). \quad (1)$$

Подставляя φ в бигармоническое уравнение, получаем дифференциальное уравнение:

$$\frac{d^4 f}{d\theta^4} + 4 \cdot \frac{d^2 f}{d\theta^2} = 0 \quad (2)$$

Решение данного уравнения имеет вид:

$$f = A \cdot \sin 2\theta + B \cdot \cos 2\theta + C \cdot \theta + D.$$

Следовательно, функция напряжения имеет вид:

$$\varphi = \rho \cdot (A \cdot \sin 2\theta + B \cdot \cos 2\theta + C \cdot \theta + D). \quad (3)$$

Бигармоническое уравнение в этом случае принимает вид:

$$\begin{cases} \sigma_r = 2 \cdot (-A \cdot \sin 2\theta - B \cos 2\theta + C \cdot \theta + D); \\ \sigma_\theta = 2 \cdot (A \cdot \sin 2\theta + B \cos 2\theta + C \cdot \theta + D); \\ \tau_{r\theta} = -(2 \cdot A \cdot \cos 2\theta - 2 \cdot B \cdot \sin 2\theta + c). \end{cases}$$

Постоянные коэффициенты A , B , C и D можно определить из четырёх граничных условий:

при $\theta = 0$:

$$\sigma_\theta = -q; \quad \tau_{r\theta} = 0. \quad (4)$$

при $\theta = \beta$:

$$\sigma_\theta = 0; \quad \tau_{r\theta} = 0. \quad (5)$$

Система алгебраических уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} 2 \cdot B + 2 \cdot D = q; \\ 2 \cdot A + C = 0; \\ A \cdot \sin 2\beta + B \cdot \cos 2\beta + c \cdot \beta + D = 0; \\ -2 \cdot A \cdot \cos 2\beta + 2 \cdot B \cdot \sin 2\beta - C = 0. \end{cases}$$

Решая данную систему относительно коэффициентов A , B , C и D , получим:

$$\begin{cases} A = -\frac{q \cdot \cos \alpha}{4 \cdot (\beta \cdot \cos \beta - \sin \beta)}; \\ B = \frac{q \cdot \sin \beta}{4(\beta \cos \beta - \sin \beta)}; \\ C = \frac{q \cdot \cos \beta}{2 \cdot (\beta \cdot \cos \beta - \sin \beta)}; \\ D = -\frac{q}{2} \cdot \left[\frac{\sin \beta}{2 \cdot (\beta \cdot \cos \beta - \sin \beta)} + 1 \right]. \end{cases}$$

Компоненты тензора напряжений в этом случае имеют вид:

$$\begin{cases} \sigma_r = -q \cdot \left(\frac{\sin \beta}{2 \cdot k} + 1 \right) + q \cdot \frac{\cos \beta}{2 \cdot k} \cdot \sin 2\theta - q \cdot \frac{\sin \beta}{2 \cdot k} \cdot \cos 2\theta + \\ + q \cdot \frac{\cos \beta}{k} \cdot \theta; \\ \sigma_\theta = -q \cdot \left(\frac{\sin \beta}{2 \cdot k} + 1 \right) - q \cdot \frac{\cos \beta}{2 \cdot k} \cdot \sin 2\theta + q \cdot \frac{\sin \beta}{2 \cdot k} \cdot \cos 2\theta + \\ + q \cdot \frac{\cos \beta}{k} \cdot \theta; \\ \tau_{r\theta} = q \cdot \frac{\cos \beta}{2 \cdot k} + q \cdot \frac{\sin \beta}{2 \cdot k} \cdot \sin 2\theta - q \cdot \frac{\cos \beta}{k}. \end{cases}$$

Где $k = \beta \cos \beta - \sin \beta$.

Упрощая систему уравнений данную, окончательно получаем:

$$\begin{cases} \sigma_r = \frac{q}{\operatorname{tg}\beta - \beta} \cdot (\beta - \theta - \operatorname{tg}\beta \cdot \sin^2 \theta - \sin \theta \cdot \cos \theta); \\ \sigma_\theta = \frac{q}{\operatorname{tg}\beta - \beta} \cdot (\beta - \theta - \operatorname{tg}\beta \cdot \cos^2 \theta + \sin \theta \cdot \cos \theta); \\ \tau_{r\theta} = \frac{q}{\operatorname{tg}\beta - \beta} \cdot (\sin^2 \theta - \operatorname{tg}\beta \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta). \end{cases}$$

Анализ данной системы уравнений демонстрирует, что напряжения на плоскости контакта между шлифовальным кругом и передней поверхностью инструмента снижаются по мере приближения к вершине режущего клина. Предыдущие исследования режущих сил, возникающих при затачивании твердосплавного инструмента различными методами и выполненные при рекомендуемых режимах резания, показывают, что наилучшие условия для затачивания обеспечиваются при применении комбинированного электроалмазного шлифования. Размер сколов, в этом случае сопоставим с размерами зерен инструментального материала, а, следовательно, комбинированный метод может быть рекомендован для подготовки к работе инструмента из минералокерамических сверхтвёрдых материалов, предназначенного для обработки труднообрабатываемых композиционных материалов.

В заключение, нужно отметить, что исследования напряжений, возникающих в области режущей кромки инструмента из минералокерамических материалов при заточке, открывают новые горизонты в оптимизации технологических процессов. Понимание распределения и величины этих напряжений позволяет разрабатывать более эффективные стратегии заточки, минимизируя риск образования микротрещин и сколов, которые негативно влияют на стойкость и производительность инструмента.

Литература

1. Кузнецов А.М. Повышение эффективности фрезерования композиционных древесных материалов мелкозернистым твердосплавным инструментом//диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Иркутский государственный технический университет. Иркутск, 2009, 217 с.
2. Кузнецов А.М., Якимов С.А., Лобанов Д.В., Янюшкин А.С. Расчет напряжений, возникающих при затачивании твердосплавного инструмента с малым углом заострения// Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2009. № 22. С. 25-30.
3. Лобанов Д.В., Янюшкин А.С. Технология инструментального обеспечения производства изделий из композиционных неметаллических материалов // Старый Оскол, 2012. 296 с.
4. Лобанов Д.В., Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Петров Н.П. Организация инструментального хозяйства при обработке композиционных материалов// СТИН. 2010. №11. С. 2-4.
5. Янюшкин А.С., Попов В.Ю., Васильев Е.В., Попов А.Ю. Комбинированная электроалмазная обработка инструментальных сталей// Братск, 2009. 228 с.
6. Янюшкин А.С., Кузнецов А.М. Износостойкость твердосплавного инструмента при обработке древесностружечных плит//Технология машиностроения. 2008. № 11. С. 29-31.
7. Янюшкин А.С., Кузнецов А.М., Якимов С.А., Петров Н.П. Методика расчета величины разрушения режущей кромки твердосплавного инструмента // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 8. С. 139-144.
8. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Кузнецов А.М. Качественные показатели поверхностей и состояние режущей кромки твердосплавного дереворежущего инструмента, заточенного различными методами электроалмазной обработки//Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2005. № 2. С. 153-156.

The reasons for the destruction of the cutting edge of a tool made of mineralogical materials during its sharpening

M.V. Firulev^a, R.I. Ruban^b, B.I. Krasneyev^c, A.M. Kuznetsov^d

Bratsk State University, st. Makarenko 40, Bratsk, Russia

^amaksim.firulev@mail.ru,

^bromanruban83@gmail.com,

^cmr.krasneev@mail.ru,

^dpredalex@yandex.ru

Key words: Pipelines, automatic system, condition monitoring, parameter control.

This work solves the problem of building a system for automatic remote monitoring of cold-water temperature and voltage control in a pipeline heating system going to the consumer in hard-to-reach places and operating in the Far North. It is noted that based on the operating experience of the engineering systems under consideration, the most common causes of emergency situations at facilities of this type have been identified. A schematic diagram of a system for monitoring and controlling the condition of utility networks has been developed, taking into account the operating conditions and remoteness of this object, based on a control board and sensors of the Arduino system using wireless communication channels. The article describes the block diagram of the model of the proposed system, the rationale for the choice of sensors used and the process of setting up and calibrating the selected devices.



УДК 621.311

Особенности модернизации систем возбуждения, защиты и автоматики гидрогенератора

Е.А. Куклин^а

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аegor.kuklin2002@gmail.com

Ключевые слова: система возбуждения; автоматический регулятор возбуждения; микропроцессорная защита; гидрогенератор; модернизация оборудования.

В статье анализируются особенности модернизации систем возбуждения, релейной защиты и автоматики гидрогенераторов с целью повышения надежности и безопасности эксплуатации гидроэлектростанций. Рассмотрены современные типы систем возбуждения, их функциональные характеристики, требования к автоматическим регуляторам возбуждения и устройствам микропроцессорной защиты. Внимание уделено установленному оборудованию и компаниям, специализирующимся на его выпуске. На основе анализа нормативно-технической базы и практических рекомендаций делается вывод, что оптимальный подход к модернизации заключается в обеспечение единообразия и совместимости новых решений с существующими установками с учётом требований нормативно-технической документации.

В условиях возрастающих требований к надёжности и эффективности работы энергетических объектов особое значение приобретает модернизация систем возбуждения (СВ), релейной защиты (РЗ) и автоматики регулирования возбуждения (АРВ) гидрогенераторов. Устаревшее оборудование, недостаточная точность регулирования, ограниченные функции диагностики и слабая интеграция с цифровыми системами управления – всё это оказывает влияние на стабильность работы электростанций и безопасность энергосистемы в целом.

С учётом развития микропроцессорной техники, усиления нормативных требований и необходимости повышения отказоустойчивости, актуальной задачей становится комплексное обновление существующих решений.

Целью данной статьи является рассмотрение особенностей и требований, предъявляемых системам возбуждения, релейной защиты и автоматическим регуляторам возбуждения гидрогенераторов, которые необходимо учесть при их модернизации.

Типы систем возбуждения. В СТО РусГидро «Гидроэлектростанции. Системы возбуждения гидрогенераторов. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования» рассматриваются следующие типы СВ [3]:

- Статическая тиристорная система независимого возбуждения;

СТН предназначены в основном для питания обмотки возбуждения крупных гидрогенераторов выпрямленным регулируемым током. Отличительная особенность данных СВ: тиристорные выпрямители главного генератора получают питание от независимого источника напряжения переменного тока промышленной частоты – от вспомогательного синхронного генератора, вращающегося на одном валу с главным генератором.

– Статическая тиристорная система самовозбуждения;

СТС предназначена для питания обмоток возбуждения гидрогенераторов выпрямленным регулируемым током. Питание тиристорного выпрямителя осуществляется через трансформатор, подключенный к генераторному токопроводу. Для запуска генератора предусматривается цепь начального возбуждения, которая автоматически формирует кратковременный импульс напряжения на обмотке ротора до появления ЭДС обмотки статора генератора. Импульс напряжения достаточен для поддержания устойчивой работы тиристорного преобразователя в цепи самовозбуждения. Питание цепей начального возбуждения осуществляется как от источника переменного тока, так и от стационарной аккумуляторной батареи.

– Бесщёточные системы возбуждения (БСВ).

БСВ предназначены для питания обмотки возбуждения выпрямленным регулируемым током и представляет собой синхронный генератор обрращенного исполнения, якорь которого с обмоткой переменного тока и диодным выпрямителем жестко соединен с ротором возбужденного гидрогенератора. Обмотка возбуждения возбуждателя расположена на его статоре. Главное достоинство бесщёточных возбуждителей состоит в отсутствии контактных колец и щеточного контакта в цепи обмотки ротора гидрогенератора.

Объект модернизации. Рассматриваемый объект – гидрогенератор ВГС-1190/215-48УХЛ4 мощностью 240 МВт и номинальным напряжением 15,75 кВ производства «Электросила»

Согласно Руководствам по эксплуатации [5-8] и производственной инструкции [9]:

Система возбуждения гидрогенератора СТН-410-1650-2,6 УХЛ4 состоит из двух взаимосвязанных систем возбуждения главного и вспомогательного генераторов (СВ-ГГ и СВ-ВГ). Возбуждение ГГ осуществляется по независимой схеме возбуждения, система управления и регулирования (СУР) которой состоит из двух независимых микропроцессорных каналов регулирования АРВ1-ГГ, АРВ2-ГГ и программируемого контроллера. Возбуждение ВГ осуществляется по схеме самовозбуждения, СУР также состоит из двух независимых микропроцессорных каналов регулирования АРВ1-ВГ, АРВ2-ВГ и программируемого контроллера. Всё оборудование СУР расположено в двух отдельных шкафах СУР-ГГ и СУР-ВГ, выполненных из конструктивов фирмы "Rittal" на базе микроконтроллера ST10F269.

Защиты оборудования систем возбуждения ГГ и ВГ осуществляются микропроцессорными устройствами защит и автоматики (МУЗА), установленными в шкафу микропроцессорных защит (ШМЗ). 1-ШМЗ (МУЗА) выполняет функцию защиты СВ-ГГ и состоит из двух независимых каналов МУЗА 1.1 и МУЗА2.1 и защиты СВ-ВГ – МУЗА 1.2 и МУЗА 2.2.

Также защиты СВ-ВГ продублированы в 2-ШМЗ (ЭКРА) в виде двух независимых комплектов – комплект №1, комплект №2.

Требования к системам возбуждения и микропроцессорным регуляторам возбуждения (АРВ-М) синхронных генераторов. Согласно книге И.Ф. Перельмана

[1], стандарту к системам возбуждения [2], стандарту предприятия РусГидро [3] и приказу Минэнерго России [4] предъявляются следующие требования:

- Во всех СВ генераторов мощностью 60 и более МВт должно быть два равнозначных контроллерных канала. Работа без обоих каналов не предусматривается. Один из каналов должен находиться в резерве. При любом повреждении в контроллерном канале должен быть обеспечен перевод на резервный.

- В составе систем возбуждения синхронных генераторов мощностью 60 МВт и более должны применяться АРВ сильного действия.

- Синхронные генераторы мощностью 60 МВт и более должны быть оснащены быстродействующими системами возбуждения.

- Системы возбуждения синхронных генераторов должны обеспечивать передачу в информационные системы электростанции по цифровым каналам связи общей информации о регуляторе возбуждения и системе возбуждения.

- Тип систем возбуждения синхронных генераторов должен определяться в проектной документации на строительство, реконструкцию, модернизацию или техническое перевооружение электростанции (генерирующего оборудования) на основании анализа схемно-режимных условий работы генерирующего оборудования в составе энергосистемы.

- При реконструкции, модернизации или техническом перевооружении систем возбуждения, в том числе выполняемых в рамках реконструкции, модернизации или технического перевооружения существующего генерирующего оборудования, определение конкретной величины кратности форсировки возбуждения по напряжению с целью выполнения требований Методических указаний по устойчивости энергосистем должно осуществляться в соответствии с методикой, приведенной в приложении А к СТО 59012820.29.160.20.004-2019 -2019.

АРВ-М должны обеспечивать:

- Регулирование возбуждения и ограничение режимных параметров генератора и СВ, фазоимпульсное управление (СИФУ) тиристорами (ряд изготовителей современных СВ реализуют СИФУ и АРВ в одном микроконтроллере);

- Упрощение наладки и эксплуатации СВ, так как предусмотрены специальные режимы для настройки АРВ-М и эксплуатационные проверки;

- Повышение надежности за счет применения современных микроконтроллеров, обладающих высокой производительностью и широким спектром периферийных устройств;

- Цифровой способ обработки информации, обеспечивающий высокую точность, стабильность и достоверность настраиваемых статических и динамических характеристик, возможность их настройки без изменения параметров аппаратуры, реализацию сложных алгоритмов управления;

- Контроль и диагностика датчиков и всех элементов АРВ-М, и СВ, обеспечение резервирования;

Требования к защите систем возбуждения [1]:

1. Для СВ должно быть применено два комплекта одинаковых по назначению защит, т. е. каждая защита должна быть дублирована. Комплекты защит должны быть полностью автономны и независимы друг от друга.

2. Системы возбуждения должны быть оборудованы устройствами защиты от всех видов повреждений и нарушений нормального режима работы СВ, обеспечивающими предотвращение развития аварии при аномальных режимах.

3. Действие защит по предотвращению аварий не должно приводить к излишним отключениям генератора от сети.

4. Должно быть обеспечено бесперебойное питание комплектов защиты. Основным питанием является напряжение переменного тока, резервное питание осуществляется от постоянного тока. Питание на комплекты должно подаваться от разных секций (сборок) переменного и постоянного тока.

5. МП защита должна иметь возможность для интеграции в АСУ-ТП с целью передачи в АСУ-ТП информации о текущем состоянии и работе защит.

6. Должна быть предусмотрена возможность вывода любой защиты из работы, а также возможность вывода из работы всего комплекта защит.

7. Устройство микропроцессорных защит МПЗ должно быть разработано с учетом последних научных достижений на базе современной микропроцессорной техники (разработки не ранее, чем за 1 год до внедрения СВ).

Российские производители систем возбуждения гидрогенераторов.

1) АО «Силовые машины» (филиал «Электросила»)

Один из крупнейших производителей генераторного оборудования в России, выпускающий турбо- и гидрогенераторы, а также системы возбуждения: СТС и СТН и обеспечивающий разработку, производство и внедрение систем возбуждения с микропроцессорным управлением.

2) АО НПО «ЭЛСИБ»

Разрабатывает и производит системы возбуждения для турбо- и гидрогенераторов: тиристорные преобразовательные установки, устройства управления, блоки питания и диагностики.

3) ООО «Алгоритм»

Специализируется на выпуске цифровых системах возбуждения, включая тиристорные, бесщёточные и комбинированные схемы, автоматических регуляторов возбуждения и системы с встроенной защитой и возможностью интеграции в АСУ ТП.

4) Концерн «Русэлпром»

Выпускает модульные системы возбуждения с возможностью адаптации под характеристики конкретного генератора, реализует схемы как с самовозбуждением, так и с независимым питанием.

Крупные Российские производители защит систем возбуждения.

1. НПП «Бреслер»

Один из крупнейших производителей микропроцессорной релейной защиты, специализирующийся на выпуске устройств защиты генераторов, включая защиту цепей возбуждения, отказов возбуждения, перенапряжений и др.

2. АО «ЧЭАЗ»

Производит микропроцессорные блоки релейной защиты предназначенных для работы с синхронными генераторами, в том числе с контролем возбуждения, тока возбуждения, отказов и т.д.

3. ООО НПП «Дельта»

Специализация предприятия – микропроцессорные устройства защиты и автоматики, в том числе для цепей возбуждения генераторов, разработка специализированных решений под проекты ГЭС и ТЭС с поддержкой цифровых протоколов и встроенных систем самодиагностики.

4. НПО «ЭКРА»

Производит устройства комплексной защиты генераторов, в том числе цепей возбуждения. Серии: БЗГ, БЗТ, ТЭЗ, ТТГ – имеют модули защиты от отказа возбуждения, перенапряжения, короткого замыкания и т.д., широко применяется в модернизируемых энергоблоках по всей России.

5. ООО «ЭНЕРГОСЕРВИС»

Выпускает устройства защиты и автоматики, адаптированные под цепи возбуждения мощных гидрогенераторов

Модернизация оборудования. При реконструкции системы возбуждения делаем выбор, исходя из необходимости обеспечить единообразие оборудования и его совместимость: поскольку на текущий момент на ГЭС установлены генераторы от «Электросилы», большинство систем возбуждения также от «Электросилы», а защитное оборудование преимущественно от «ЭКРЪ», оптимальным вариантом является комплект из систем возбуждения «Электросилы» и защит «ЭКРЪ». При этом окончательное решение будет приниматься на основе требований к системам возбуждения и её защите.

Проведенный анализ нормативно-технической базы и характеристик современных систем возбуждения, релейной защиты и автоматики гидрогенераторов позволяет сделать вывод о необходимости комплексной модернизации оборудования. Обеспечение единообразия и совместимости новых решений с существующими установками является ключевым требованием, способствующим повышению отказоустойчивости и безопасности работы энергетических объектов.

Оптимальным вариантом представляется использование систем возбуждения от «Электросилы» в сочетании с системами защиты от «ЭКРЪ», при этом окончательный выбор решения должен базироваться на детальном анализе требований к СВ и РЗ.

Внедрение современных технологий позволяет обеспечить эффективное управление, снизить вероятность аварий и продлить срок службы гидрогенераторных установок.

Литература

1. Перельман И.Ф. Построение силовых схем, схем защит, управления, регулирования, диагностики, сервисного обслуживания современных систем возбуждения / И.Ф. Перельман. – Москва; Екатеринбург: Кабинетный учёный, 2014. – 380 с.
2. СТО 59012820.29.160.20.004-2019 -2019. Требования к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов. – 2019.
3. СТО РусГидро «Гидроэлектростанции. Системы возбуждения гидрогенераторов. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования» – М.: РусГидро, 2017. – 49 с.
4. Приказ Минэнерго России от 13.02.2019 N 98 (ред. от 15.01.2024) "Об утверждении требований к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов и о внесении изменений в Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, утвержденные приказом Минэнерго России от 19 июня 2003 г. № 229.
5. Система возбуждения тиристорная независимая СТН-410-1650-2,6 УХЛ4 гидрогенераторов укрупненного блока Усть-Илимской ГЭС: руководство по эксплуатации. – 6БС.158.396 РЭ-ЛУ. – 2005. – 79 с.
6. Секция управления и регулирования: руководство по эксплуатации – 6БС.385.112-01 РЭ. – Санкт-Петербург, 2005. – 81 с.
7. Секция управления и регулирования: руководство по эксплуатации – 6БС.385.114-01 РЭ. – Санкт-Петербург, 2005. – 81 с.
8. Шкаф микропроцессорных защит: руководство по эксплуатации – 6БС.400.003 РЭ. – Санкт-Петербург, 2005. – 168 с.
9. Производственная инструкция. Эксплуатация тиристорной системы возбуждения СТН-410-1650-2,6 генераторов блоков 220 кВ – ПИ УИГЭС.017.016–2025 – «Усть-Илимская ГЭС», ООО «Эн+ Гидро» – 2025. – 73 с.

Features of Modernization of Excitation, Protection, and Automation Systems of a Hydrogenerator

E.A. Kuklin^a

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russian Federation

^aegor.kuklin2002@gmail.com

Keywords: excitation system; automatic voltage regulator; microprocessor-based protection; hydrogenerator; equipment modernization.

This article analyzes the features of modernization of excitation systems, relay protection, and automation of hydrogenerators in order to improve the reliability and safety of hydropower plant operation. The study examines modern types of excitation systems, their functional characteristics, and the requirements for automatic voltage regulators and microprocessor-based protection devices. Particular attention is paid to the installed equipment and companies specializing in its production. Based on the analysis of regulatory and technical documentation and practical recommendations, it is concluded that the optimal approach to modernization is to ensure uniformity and compatibility of new solutions with existing installations, taking into account the requirements of regulatory and technical standards.

СОДЕРЖАНИЕ

Строительство и архитектура

Бабин Р.Н., Зиновьев А.А. Современные тенденции применения методов неразрушающего определения прочности бетона	3
Белых С.А., Новоселова Ю.В. Сангзод Т.Л. Сравнительный анализ методов контроля качества антипиренов для защиты древесины.....	7
Белых С.А., Белых М.В. Обоснование выбора оборудования для производства стекловаты на территории города Братска Иркутской области.....	11
Белых С.А., Вахтикова С.А. Обоснование актуальности мониторинга теплозащитной эффективности ограждающих конструкций зданий и соборужений	15
Большешапова Н.В. Кровли Сибири.....	20
Видищева Е.А., Дудин А.И. Оценка технического состояния плит перекрытий и покрытий административного здания в г. Москва	24
Волкова О.Е., Бадрин Д.В. Строительство дома культуры с физкультурно-оздоровительным комплексом в р.п. Култук	27
Волкова О.Е., Власова Т. С., Волкова А.Ю. Оценка работы фасадных систем при воздействии динамических нагрузок	34
Волкова О.Е., Дементьев В.В. Анализ и оценка технического состояния строительных конструкций здания общежития ГБПОУ «БПромТ».....	41
Волкова О.Е., Мартынова Э.В. Проектирование дома культуры в г. Пятигорске	45
Голобоков В.В., Камчаткина В.М. Искусственный интеллект для контроля качества строительных работ	50
Дадашова Э.Х., Свергунова Н.А. Преимущества строительства промышленной теплицы с гидропонной системой в г. Братск.....	57
Даминова А.М., Дербенева А.В. Оптимизация системы управления качеством в строительстве на основе принципов бережливого производства	60
Даминова А.М., Портнягина О.Б. Использование вторичных ресурсов региона при производстве многокомпонентных добавок для зимнего бетонирования на базе ООО «Комбинат Братскжелезобетон».....	64
Доброходова Е.В., Волкова О.Е. Технологии реконструкции мансард на основе типовых зданий	68
Ефремов А.Н., Ностаев Ц.О., Коткина Е.А., Лихолетов А.Д., Русаков Д.С. О вопросе свойств и потенциального применения композитов из мягколиственной древесины в строительстве	73
Зеньков С.А., Дрюпин П.Ю., Бондалет И.С., Минеев Д.А., Кабутов К.И. Обзор и анализ стендов для сдвига грунтов по различным поверхностям	77
Зеньков С.А., Минеев Д.А., Дрюпин П.Ю., Бондалет П.Д., Быков П.Д. О возможности применения пьезокерамических излучателей для снижения адгезии грунтов при их разработке.....	83
Кабин П.В. Операционный контроль качества строительной продукции на ООО «КБЖБ»	87
Клочинская А.А., Курицына А.М. Особенности мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений.....	93

Коноплева Д.Д. Обоснование инвестиционной целесообразности в производство облегченного безобжигового зольного гравия	97
Кузнецов Д.А. Деформации бетона в процессе твердения и способы их прогнозирования.....	103
Лебедева Т.А., Князева А.О. Определение пределов сходимости результатов для методики выполнения измерений теплопроводности ячеистого материала.....	107
Лебедева Т.А., Мирзоев М.А. Систематический подход к выявлению источников неопределенности измерений при контроле качества песка.....	110
Лебедева Т.А., Поливко В.П. Перспективы использования метода оценки жизненного цикла (LCA) в контроле качества строительных материалов	113
Лебедева Т.А., Слестникова Е.А. Особенности контроля качества при использовании технологии Superpave в условиях Восточной Сибири	117
Лодатко А.Ю., Безродных О.И., Зинчук Н.А., Виноградов Е.Д., Медведев С.Н. О показателе степени измельчения дробильного оборудования	121
Лыскова Р.Н. Оценка эффективности использования геосинтетических материалов на строительных объектах города Братска	127
Панчук С.Ю., Белых С.А. Текущее состояние уровня газификации Российской Федерации, в том числе города Братска Иркутской области	133
Рязанов П.Б., Видищева Е.А. Пассивный дом: понятие, опыт, перспективы	137
Свергунова Н.А., Свергунова Ю.С. Развитие контроля качества в строительстве.....	144
Свергунова Н.А., Хилько А.В. Опыт Иркутской области в строительстве безопасных и качественных дорог.....	146
Скокова О.В., Коноплева Д.Д. Выбор и обоснование основного технологического оборудования для производства безобжигового облегченного зольного гравия.....	149
Устюжин С.Б. Контроль сварных соединений при строительстве магистральных трубопроводов методом цифровой радиографии.....	155
Юлдашева Е.А., Белых С.А. Естественные радионуклиды и их контроль в строительных объектах.....	159

Лесное и зеленое хозяйство, ландшафтное строительство

Аношкина Л.В., Ильин М.А. Рекреационный потенциал территории санатория «Братское Взморье».....	165
Аношкина Л.В., Кравчук Н.Е. Видовой состав насаждений общественных пространств г. Братска.....	171
Шоабибуллоева Л.Д., Никифорова В.А. Региональные аспекты лесовосстановления как основа развития лесного комплекса	175

Менеджмент

Шликарь И.К., Луковникова Е.В. Эффективное управление человеческими ресурсами.....	181
---	-----

Экология и природопользование

Азов В.С., Игнатенко О.В. Целлюлозно-бумажное производство как источник техногенного загрязнения атмосферы	187
Астапенко А.Н., Никифорова В.А. Разработка и внедрение здоровьесберегающих технологий в современном вузе.....	193
Бородин В.В., Вардамян М.А., Маргарян Д.Э. Утилизация отходов производства целлюлозы сжиганием в корьевых котлах в кипящем слое	197
Бородин В.В., Никифорова В.А., Ковчун А.А. Оценка качества атмосферного воздуха селитебных территорий экологического неблагополучия	203
Быргазова А.О., Никифорова В.А., Соловьева М.А. Формирование комфортной среды как вектор экологического развития территории.....	208
Зиновьев В.А., Никифорова В.А., Бородин И.С. Оценка экологического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта	213
Зиновьев В.А., Никифорова В.А., Тарновская Е.И. Негативные воздействия транспортных потоков и их оценка	217
Леваков Н.Д., Никифорова В.А., Гаврилин И.И. Оценка и управление профессиональными рисками как безопасность и сохранение здоровья работника в процессе трудовой деятельности	221
Олефир С.С., Игнатенко О.В. Создание системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ на объектах негативного воздействия на окружающую среду	228
Соловьева М.А., Игнатенко О.В. Зеленые насаждения как главная составляющая экологической инфраструктуры города	233
Сягов Д.А., Вардамян М.А. Экологическая безопасность утилизации промышленных отходов филиала ТЭЦ-6 ООО «Байкальская энергетическая компания»	237
Шоабибуллоева Л.Д., Никифорова В.А. Анализ обстановки с пожарами в городах и сельской местности России.....	243

Современные технологические машины и оборудование

Бойцов М.В., Кузьмин Д.А., Иванов В.А. Исследование методов повышения износостойкости деталей лесозаготовительных машин.....	247
Бойцов М.В., Кузьмин Д.А., Иванов В.А. Исследование показателей долговечности и сохраняемости и характеристика отказов лесозаготовительных машин	250
Бырдин П.В. Разработка устройства для механической заточки цепных пил с фасонным профилем режущего зуба	256

Иванов С.А., Гарус И.А. Анализ теории мониторинга изменения технического состояния лесных машин	261
Иванов С.А., Гарус И.А. Рекомендации определения топливной экономичности бензиномоторных пил.....	265
Кузьмин Д.А., Степанищева М.В. Экспериментальные исследования влияния показателей пиления на энергетическую эффективность бензиномоторных пил.....	272
Рубан Р.И., Краснеев Б.И., Фирулев М.В., Кузнецов А.М. Способы модернизации технологического оборудования	278
Фирулев М.В., Рубан Р.И., Краснеев Б.И., Кузнецов А.М. Причины разрушения режущей кромки инструмента из минералокерамических материалов при его заточке.....	282

Теплоэнергетика и теплотехника

Куклин Е.А. Особенности модернизации систем возбуждения, защиты и автоматики гидрогенератора	289
---	-----

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Молодая мысль: наука, технологии, инновации

Материалы
XVII (XXIII) Всероссийской научно-технической
конференции студентов, магистрантов, аспирантов
и молодых ученых

01-04 апреля 2025 года

Часть 1

Материалы опубликованы в авторской редакции

Формат $84 \times 108 \frac{1}{16}$
Печать трафаретная
Уч.-изд.л. 24,5. Усл.печ.л. 24,5
Заказ 83

*Электронная версия издания размещена
в локальной сети ФГБОУ ВО «БрГУ» в разделе «Библиотека»*

Отпечатано в издательстве ФГБОУ ВО «БрГУ»
665709, Братск, ул. Макаренко, 40